

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ СБОРНИК

ПО МАТЕРИАЛАМ XXIV МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
Г. БЕЛГОРОД, 31 МАРТА 2017 Г.

**2017**  
**№ 3-3**



АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**2017 • № 3, часть 3**

**Периодический научный сборник**

*по материалам  
XXIV Международной научно-практической конференции  
г. Белгород, 31 марта 2017 г.*

ISSN 2413-0869

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2017 • № 3-3

**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 XXIV Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 31 марта 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); *Винаров А.Ю.*, д.т.н., проф. (Москва); *Датий А.В.*, д.м.н. (Москва); *Кондрашихин А.Б.*, д.э.н., к.т.н., проф. (Севастополь); *Котович Т.В.*, д-р искусствоведения, проф. (Витебск); *Креймер В.Д.*, д.м.н., академик РАЕ (Москва); *Кумехов К.К.*, д.э.н., проф. (Москва); *Радина О.И.*, д.э.н., проф., Почетный работник ВПО РФ, Заслуженный деятель науки и образования РФ (Шахты); *Тихомирова Е.И.*, д.п.н., проф., академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ (Самара); *Алиев З.Г.*, к.с.-х.н., с.н.с., доц. (Баку); *Стариков Н.В.*, к.с.н. (Белгород); *Таджибоев Ш.Г.*, к.филол.н., доц. (Худжанд); *Ткачева А.А.*, к.с.н. (Белгород); *Шановал Ж.А.*, к.с.н. (Белгород)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>6</b>
<i>Абрамов Г.В., Коробова Л.А., Ивашин А.Л., Матыцина И.А.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В ДИАГНОСТИКЕ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ .....	6
<i>Алюнов Д.Ю.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МЕЛКОСЕРИЙНОМ РУЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ .....	9
<i>Бисс А.А., Кочурова К.А., Пономарев Н.С.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВИЗОРА.....	11
<i>Бобрышева В.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ VPS СЕРВЕРОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН ИНФОРМАЦИОННОГО ЦИКЛА.....	15
<i>Буряков Д.А., Газизов Т.Р., Немировска А.</i> АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКИХ ПРИЕМНИКАХ.....	19
<i>Ваганов Р.А., Мингазетдинова Э.Р.</i> РЕАГЕНТЫ СЕРИИ EVA ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ХИМИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ.....	22
<i>Васильев Д.А., Игнатов Д.Ю., Михайлов Д.В., Размахнин И.П.</i> ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА РАЙОНОВ ГОРОДА.....	24
<i>Вербоватая А.В.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗОК ПРЕДПРИЯТИЯ .....	28
<i>Газизов Т.Р., Буряков Д.А., Немировска А.</i> АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, ВЫПОЛНЕННОЙ НА ОСНОВЕ ВОЛС.....	32
<i>Горбунов А.С., Каримов Р.Д.</i> ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ.....	35
<i>Гринченко Б.Б., Захаров Д.Ю., Тараканов Д.В., Саттаров И.Ф.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ .....	38
<i>Гусаков Д.В.</i> ТРАНСФОРМАТОРНО-ВЫПРЯМИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ПОВЫШЕННЫМ КПД.....	41
<i>Есов И.Е.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭЦ ЗА СЧЕТ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО УСТРАНЕНИЯ КОРРОЗИИ ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	43
<i>Замараева К.С., Пономарев Н.С., Суханова П.А.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ВОЗДУХА В ВОЗДУХОВОДАХ ...	48

<b>Иванов С.В., Маркин Е.В., Довгопол А.Н.</b> МЕТОДИКА СИНТЕЗА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПО ПРИНЦИПУ ГАРАНТИРОВАННОГО РЕЗУЛЬТАТА .....	52
<b>Извозчикова В.В., Хлынин И.А.</b> МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКОЙ АВТОМОБИЛЯ .....	54
<b>Каримов Р.Д., Горбунов А.С., Гусаков Д.В., Ямалов И.И.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОИНЕРЦИОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ.....	58
<b>Киреев И.Р., Гафарова Э.А., Барахнина В.Б., Идрисова К.Р.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ.....	61
<b>Кожухова А.В., Рамазанов К.Н.</b> МЕХАТРОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ДАВЛЕНИЯ.....	65
<b>Кочина Л.В., Хачумов М.В.</b> УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБЛЕТА ЗАДАННОЙ ТЕРРИТОРИИ В ВОЗМУЩЕННОЙ СРЕДЕ .....	67
<b>Лекомцев В.Н., Торгунаков А.В., Титаренко Д.В., Смирнов В.К.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ 3D-ЗВУКОВИЗОРА ДЛЯ СЪЕМКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТЕНОК В МУТНОЙ ВОДЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННО-МЕХАНИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ С ДИСТАНЦИИ ДО 100 МЕТРОВ.....	72
<b>Лычков И.И.</b> ПРОГРАММНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ВИДЕОПОТОКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ.....	76
<b>Мавринская А.Е.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ МАРШРУТНЫХ ТАКСИ ПО ЗАЯВКАМ (DIAL-A-RIDE) В ГОРОДЕ ТАГАНРОГЕ .....	81
<b>Мажитова А.Р., Бахонина Е.И.</b> ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНО БЕЗОПАСНЫХ РАССТОЯНИЙ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА ДО ОБЪЕКТОВ С ПРИСУТСТВИЕМ ЛЮДЕЙ.....	84
<b>Мачулко О.И.</b> СРАВНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ АРХИТЕКТУР КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	88
<b>Мкртчян А.Б., Кузнецов И.В., Баринова Д.А.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНОК ВЕЛИЧИНЫ БОЧКООБРАЗНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ПРИ ХОЛОДНОЙ ОСАДКЕ.....	90
<b>Мухаметова А.Ф.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЦТП .....	93
<b>Мынжасаров Р.И., Казиев Б.Н.</b> УПРАВЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ ПОСРЕДСТВОМ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	98
<b>Немировска А., Буряков Д.А., Газизов Т.Р.</b> АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКИХ ПЕРЕДАТЧИКАХ.....	95
<b>Нечитайло А.В., Шегай В.С., Зырянов В.В.</b> ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДТП НА ТРАССЕ М4 ДОН В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ.....	104

<b>Полковников Р.Н., Якухин В.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТУРА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ВОДЫ В БАССЕЙНЕ .....	106
<b>Сергеев Е.С.</b> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ANYLOGIC.....	109
<b>Силаева А.Э., Юрчев В.А.</b> ПРИКЛАДНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ.....	112
<b>Сугако Е.Д.</b> ШКОЛЬНАЯ ЗОНА: МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ НА ЛЮБОЙ МЕСТНОСТИ .....	115
<b>Третьяк А.Я., Рыбальченко Ю.М., Лубянова С.И.</b> ЭМУЛЬСИОННЫЙ ИНГИБИРУЮЩИЙ БУРОВОЙ РАСТВОР .....	118
<b>Туркин И.А., Лапшин В.П., Каймакчи А.В., Московской В.С.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ УГЛОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА ПРИ СВЕРЛЕНИИ.....	120
<b>Турьгин Ю.В., Коробейникова А.В.</b> НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО ГОЛОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ .....	127
<b>Ушаков Н.В.</b> СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КЛАУСА .....	132
<b>Харитонова А.М.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ .....	135
<b>Чиркин Р.В., Сычевский А.М., Слесарев А.Н., Шаланова Е.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА .....	137
<b>Щербак А.П., Киреев С.О., Кадеров Х.К.</b> ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЁТ БЛОКА МАНИФОЛЬДОВ ПОЛУПРИЦЕПНОГО ТИПА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА .....	139
<b>Ярцев Н.А., Бочаров А.В.</b> СОВРЕМЕННЫЕ РЕВЕРСИВНЫЕ СТАНЫ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ.....	147

## СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В ДИАГНОСТИКЕ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ*****Абрамов Г.В.***

профессор кафедры математического и прикладного анализа,  
д-р техн. наук, профессор, Воронежский государственный университет,  
Россия, г. Воронеж

***Коробова Л.А.***

доцент кафедры информационных технологий моделирования и управления,  
канд. техн. наук, Воронежский государственный университет инженерных  
технологий, Россия, г. Воронеж

***Ивашин А.Л.***

доцент кафедры информационных технологий моделирования и управления,  
канд. техн. наук, Воронежский государственный университет инженерных  
технологий, Россия, г. Воронеж

***Матыцина И.А.***

асс. кафедры информационных технологий моделирования и управления,  
Воронежский государственный университет инженерных технологий,  
Россия, г. Воронеж

Рассматриваются вопросы применения математических методов для определения особенностей голоса при распознавании звуковых сигналов кашля в диагностике легочных заболеваний. Проанализированы методы и сформирован комплекс правил для распознавания звуковых сигналов кашля и градирования звуковой записи на кашель/шум. Представлена программная реализация.

*Ключевые слова:* распознавание звука, математические методы, правила вывода, кашель.

Постановка точного диагноза и правильное назначение схемы терапии легочных заболеваний требует от лечащего врача проведения множества специальных исследований дыхательных путей. Анализа устных жалоб пациента на кашель недостаточно. Многим заболеваниям присущи одни и те же симптомы. Задача лечащего врача в таких ситуациях – правильно подобрать методику исследования, чтобы быстро и без лишних анализов для пациента определить заболевание и поставить точный диагноз [3].

В настоящее время для исследования легочных заболеваний и их патологий используется множество методик: рентгенография; флюорография; рентгеноскопия; компьютерная томография; бронхография; бронхоскопия; торакоскопия; ультразвуковая диагностика легких. Недостатком первых четырех является облучение, с 5-го по 7-ой – проводятся под местной анестези-

ей. Постановка четкого диагноза требует назначения комплекса представленных процедур, которые причиняют неудобство и вред здоровью пациентов.

Для упрощения диагностики легочных заболеваний необходимо разработать информационную систему (ИС) распознавания кашлевых фрагментов, которая поможет лечащему врачу принимать решение в постановке диагноза [4].

При разработке ИС были рассмотрены математические методы для распознавания звуковых сигналов, в том числе и речи. К ним относятся: коэффициент корреляции; регрессионный анализ; факторный анализ; кластерный анализ; дискретное преобразование Фурье; распознавание по образцу; выделение лексических элементов; предварительная обработка звуковых сигналов; спектральное представление речи; выделение фонем и аллофонов; применение нейронных сетей; нейронные ансамбли; генетические алгоритмы; логарифмическое сжатие спектра; применение Вейвлет-преобразований; статистические методы; методы вычисления оценок голоса; логические методы; лингвистические методы. Указанные методы проанализированы и разделены на три группы.

Спектральные методы включают в себя спектр с использованием быстрого преобразования Фурье. Оно позволяет компактно и наглядно представить информацию о звуковом сигнале. Недостаток метода - в спектральном виде невозможно детально анализировать кратковременные локальные особенности.

Методы, основанные на операциях с признаками. Они зависят от физиологических особенностей человека, качества записи и других параметров. Локализация характеристических признаков сильно изменчива.

Статистические методы требуют приведения звуковых записей к единому виду. Это возможно только в случае преобразования вниз (понижение битрейта), но это может привести к утрате значимых признаков кашель/шум.

Из многообразия методов были выбраны коэффициент корреляции, быстрое преобразование Фурье, отклонение амплитуды, среднее значение отрицательной и положительной амплитуды, интегральная ошибка, средняя амплитуда и чувствительность настройки выборки [2, с. 175].

При использовании в распознавании звуковых сигналов каждого из методов в отдельности есть свои положительные и отрицательные стороны. Один из методов может четко отделять все звуковые отрезки кашля, но при этом оставлять большое количество звуковых отрезков шума. Другой наоборот, может убирать большее количество отрезков, относящихся к шумам, и при этом, убирать некоторые отрезки, относящиеся к кашлям. В таком случае необходимо моделировать параметры используемых методов и их сочетания и составлять такой комплекс правил вывода, основанных на нечеткой логике, который позволит градировать звуковые отрезки на кашель и шум.

Рассмотрев и проанализировав математические методы и составив из них правила вывода, разработана ИС распознавания кашлевых толчков в записи пациента (рисунок).



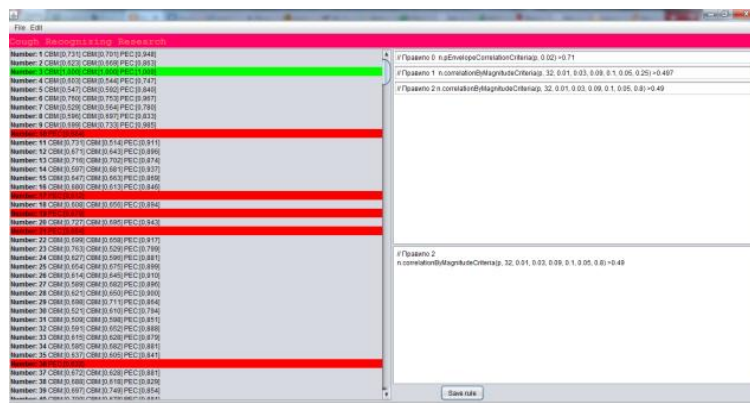


Рис. Рабочее окно программного продукта

После запуска программа разбивает полученную от пациента длительную запись на отрезки равной длины. Затем происходит выбор эталона. Далее, используя правила вывода, производятся расчеты относительно этого эталона. Результатом работы является качественное разделение фрагментов на кашель/шум (выделение на экране цветом). Если фрагмент – шум, то он становится красного цвета, если фрагмент кашель – цвет остается прежнего – серого.

В статье приведены результаты программного исследования звуковой записи на возможность разделения ее на фрагменты кашель/шум. Рассмотрено применение сочетания и комбинации нескольких математических методов распознавания звуковых сигналов и речи: – методы частотного преобразования звуковых записей (или звуковых фрагментов), в частности – быстрое преобразование Фурье; – использование четких математических параметров, по которым оценивается теснота связи элементов – корреляционный анализ, интегральная ошибка, средняя амплитуда и чувствительность настройки выборки; – применение элементов нечеткой логики (лингвистических переменных) для разработки правил вывода на основе нечетких параметров. В качестве лингвистических переменных использовались различные математические параметры с реальными численными значениями [1, с. 99].

Каждый из компонентов комбинации вводился в алгоритм определения кашлевых моментов поэтапно, что делало результат выявления кашлевых моментов более достоверным и точным. Итогом проведенного анализа является разработанный для реализации ИС программный продукт, рабочее окно которого представлено на рисунке. Результаты, представленные в статье, не являются конечными. Проблема распознавания кашлевых моментов требует дальнейших исследований, и еще большей проработки.

### Список литературы

1. Абрамов Г.В., Коробова Л.А., Матыцина И.А. Математические методы в распознавании звуковых сигналов // Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Современные технологии в науке и образовании СТНО-2016» Рязань 2016, Том 1. С. 97-100.
2. Коробова Л. А., Курченкова Т.В., Матыцина И.А. Программная реализация нечеткой модели распознавания звуковых сигналов // «Научные ведомости Белгородского государственного университета» №13 (234) 2016, Выпуск 43. С. 174-178.

3. <http://www.komkon.org/~napoleon/PULMO/biagnostics.htm>

4. <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content127/Content127.htm>

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МЕЛКОСЕРИЙНОМ РУЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Алюнов Д.Ю.*

старший преподаватель кафедры компьютерных технологий,  
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассматриваются методы оптимизации производственных процессов при производстве высокотехнологичного оборудования на мелкосерийном производстве руками самих разработчиков. Описана структурная конструкция устройства, представлены производственные процессы и методы их оптимизации.

*Ключевые слова:* производственные процессы, производство, автоматизированные системы, прототип, оптимизация.

Сокращение издержек при серийном производстве является одной из важнейших целей на производстве. При создании и коммерциализации продукта необходимо переработать его конструкцию по сравнению с прототипом с целью упрощения процесса производства без потери ключевых качеств и функций. Рассмотрим процесс производства электротехнического высоковольтного оборудования в условиях небольшой мастерской усилиями двух работников (разработчиков).

В качестве примера устройства будем использовать установку, для выработки озона. Разработку, устройство, можно разделить на следующие составляющие, части (рисунок):



Рис. Принципиальная схема модулей озонаторной установки

При оценке оптимального процесса будем использовать некую функцию, зависящую от следующих параметров – себестоимость (P), временные затраты (T), надежность (N) и весовые коэффициенты (k1, k2, k3) (1). Оптимальным процессом будет тот, который получит наивысшую оценку.

$$Opt = P * k1 + T * k2 + N * k3 \quad (1)$$

Камера генерации озона является конструктивным элементом, от которого напрямую зависят функциональные свойства и надежность изготавливаемого оборудования.

Таблица 1

**Оценка оптимальности различных способов производства камеры**

	P	T	N	Opt
Покупка готовых камер	2	9	8	159
Применение термообработки, ручная сборка	8	6	7	<b>176</b>
Весовой коэффициент(k1,k2,k3)	8	7	10	

Требования к электротехническому оборудованию – надежность, компактность и простота монтирования внутри корпуса.

Таблица 2

**Оценка оптимальности различных способов монтажа электротехнического оборудования**

	P	T	N	Opt
Скрутка проводов	3	7	7	<b>122</b>
Пайка проводов	2	5	3	66
Импортное оборудование	2	8	9	138
Отечественное оборудование	9	5	6	<b>152</b>
Весовой коэффициент(k1,k2,k3)	8	4	10	

Силовой корпус устройства – это каркас, который обладает достаточной прочностью для размещения на нем всего внутреннего оборудования.

Таблица 3

**Оценка оптимальности различных способов изготовления каркаса**

	P	T	N	Opt
Готовый корпус	3	7	7	87
Изготовление каркаса «с нуля»	6	5	3	89
Переделка имеющихся каркасов	8	8	9	<b>138</b>
Весовой коэффициент(k1,k2,k3)	8	7	2	

Внешний вид устройства должен нравиться потенциальному покупателю, должен способствовать продаже. Поэтому в этом случае следует максимально уделять внимание эстетическим свойствам, и в меньшей степени остальному. Каким бы функциональным ни был аппарат, если его внешний вид оставляет желать лучшего, коммерческого успеха не будет.

Таблица 4

**Оценка оптимальности различных способов изготовления кожуха**

	P	T	N	Opt
Готовый корпус	1	10	10	138
Изготовление своими руками из металла	10	5	6	<b>152</b>
Весовой коэффициент(k1,k2,k3)	8	6	7	

В таблицах жирным выделены оптимальные способы производства. Как можно увидеть, при мелкосерийном производстве получается обилие ручной работы. При среднесерийном и крупносерийном производстве вес факторов, тормозящих либо удорожающих процесс, становится колоссальным. В этом случае применяются различные автоматизированные системы для моделирования производства на основе онтологических моделей [1,2]. Компьютерное моделирование производства дает ощутимое сокращение издержек, временных и человеческих ресурсов. Использование и применение

методов и приемов теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) позволяет автоматизировать и рационализировать производственные процессы [3].

#### Список литературы

1. Михайлов В.А., Андреев Е.Д., Сергеев Е.С. Методы и приемы использования ТРИЗ на производстве // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 166.
2. Харитонова А.М., Сергеев Е.С., Пигачев П.В. Модели и методы применения и развития автоматизированных систем // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 398.
3. Харитонова А.М. Применение современных средств разработки автоматизированных систем // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 12-3. С. 92-96.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВИЗОРА

*Бисс А.А., Кочурова К.А.*

студентки кафедры строительства,  
Ухтинский государственный технический университет, Россия, г. Ухта

*Пономарев Н.С.*

доцент кафедры строительства, к.ф.-м.н., доцент,  
Ухтинский государственный технический университет, Россия, г. Ухта

В данной работе описываются расчеты потерь тепла здания с помощью тепловизора. Найдена разница теплопотерь оконного проема и наружной стены. Этот метод используется во многих областях, таких как, медицина, производство, техническое обслуживание и в особенности строительство.

*Ключевые слова:* теплопотери, тепловизор, тепловой неразрушающий контроль.

Неразрушающий контроль – контроль свойств и параметров объекта, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к использованию и эксплуатации. Тепловой неразрушающий контроль – исследование объектов посредством наблюдения (визуализации) неоднородностей в тепловых потоках, вызываемых внутренними дефектами [1, с. 20]. Развитие инфракрасной техники в последнее время значительно расширило область применения теплового контроля. Ниже приводятся области, в которых этот метод и инфракрасное оборудование нашли широкое применение:

- производство, контроль за технологическими процессами: печатные платы, сварные соединения, производство стали, цемента, стекольная, бумажная промышленность;
- техническое обслуживание, техническая диагностика: электрическое оборудование, бойлеры и паровые системы, механическое оборудование, здания и сооружения, газораспределительные системы, резервуары с жидкими продуктами;

- медицина: заболевания кровообращения, онкология;
- мониторинг дорожного движения;
- борьба с лесными пожарами;
- биология;
- астрономия;
- военная техника.

В настоящее время метод теплового неразрушающего контроля (ТНК) стал одним из самых востребованных в теплоэнергетике, строительстве и промышленном производстве. В России повышение интереса к тепловому контролю, во многом связано с принятием Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении», регламентирующим энергоаудит объектов с целью экономии ресурсов. Согласно данным в законе определениям, базовым методом контроля текущего состояния промышленных объектов является тепловой метод.

Среди приборов теплового контроля, самыми востребованными в настоящее время являются тепловизоры. Доля задач теплового контроля, решаемая с помощью тепловизоров настолько велика, что часто употребляется термин тепловизионный контроль. Тепловизор – устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности. Распределение температуры отображается на дисплее как цветовое поле, где определённой температуре соответствует определённый цвет. В большинстве моделей тепловизоров, информация записывается в память устройства и может быть обработана на компьютере при помощи специального программного обеспечения [2, с. 5].

Одной из основных функций тепловизора является визуализация распределения температуры, осуществляемая с помощью термограмм (тепловых изображений). Термограмма представляет собой изображения, каждый пиксель которого окрашивается определённым цветом (в зависимости от выбранной палитры и диапазона представления тепловизора или программного обеспечения для обработки тепловизионных данных). Тепловизоры позволяют быстро и надёжно выявить точки аномального нагрева и потенциально проблемные участки при проведении технического обслуживания в строительстве, энергетике, производстве и других отраслях промышленности [3, с. 17].

Целью нашей работы является экспериментальное определение потерь тепла здания через наружные стены и оконные проемы. С помощью тепловизора марки Testo 875-1, сняли температуры воздуха снаружи (наводя прибор на снег), воздуха в здании (наводя прибор на внутреннюю перегородку), оконного стекла снаружи и внутри здания, наружной стены снаружи и внутри. Тепловизионные съёмки и фотографии соответствующих ограждающих конструкций представлены на рисунках 1 и 2. Значения температур в трёх различных точках поверхности и средняя температура по поверхности приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Значения съёмки тепловизором

Наименование	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_{cp}, ^\circ\text{C}$
Температура воздуха снаружи	-15,2	-15,3	-15,2	-15,2
Температура воздуха внутри	24	24,1	23,4	23,8
Температура стекла снаружи	-13,1	-12,8	-13,4	-13,1
Температура стекла внутри	17,5	18,3	15,2	17
Температура стены снаружи	-13,9	-13,3	-13,6	-13,6
Температура стены внутри	20,1	19,5	19,8	19,8

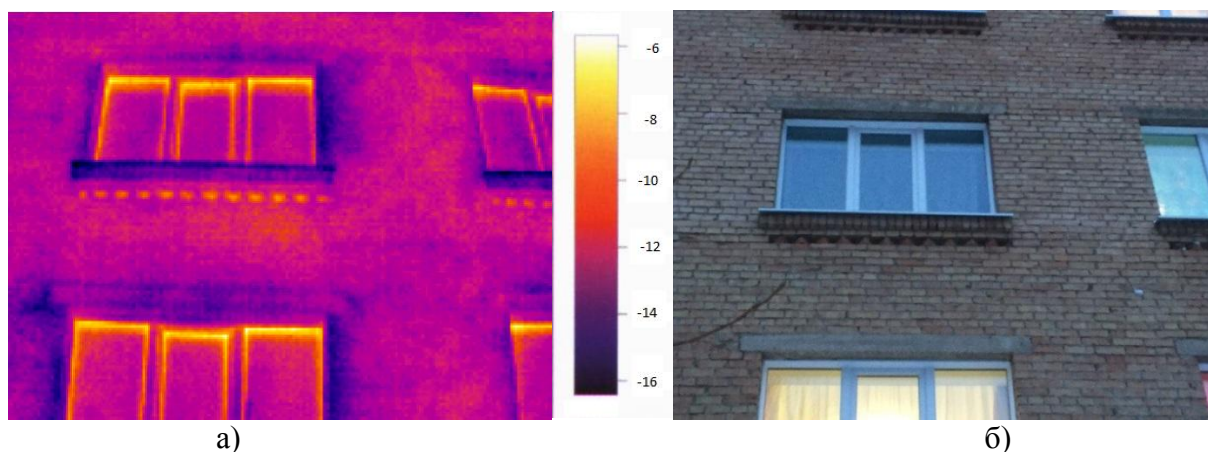


Рис. 1. Стена и оконного проёма снаружи: а) тепловизионная съёмка; б) фотография

Для стены, толщиной 70 см (68 см – кирпичная кладка, 2 см – штукатурка) значения теплопроводности для кирпича и штукатурки, соответственно, равны  $\lambda_1=0,56$  Вт/(м·°С),  $\lambda_2=0,87$  Вт/(м·°С). Для окна (однокамерный стеклопакет толщиной 16 мм) эта величина равна  $\lambda=0,31$  Вт/(м·°С) [4, табл. Т1].

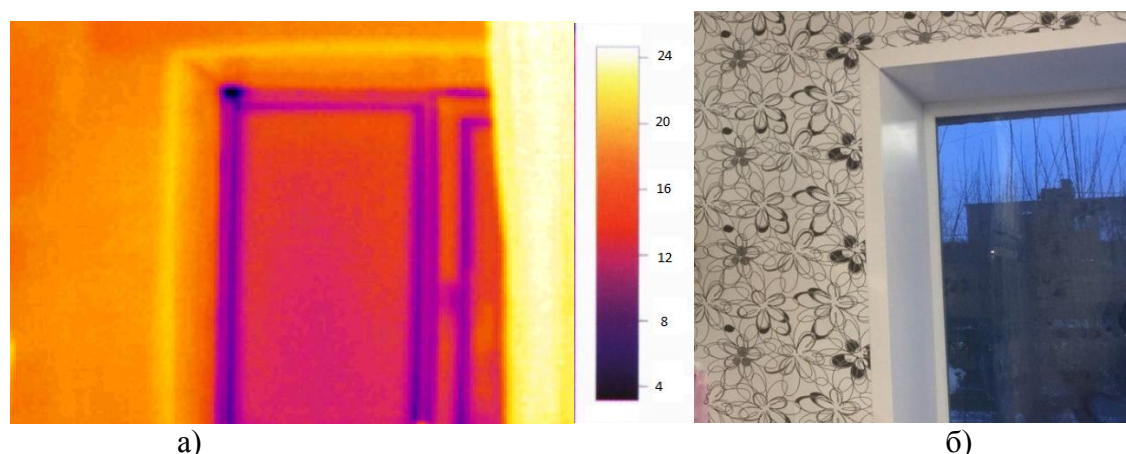


Рис. 2. Стена и оконного проёма внутри: а) тепловизионная съёмка; б) фотография

Таблица 2

## Расчет теплопотерь для стены и оконного проема

Формула	Стена	Оконный проем
$= \frac{t_1 - t_2}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$	28,0 Вт/м <sup>2</sup>	583 Вт/м <sup>2</sup>
$q_{\text{л}} = \varepsilon C_0 \left[ \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\text{ж}}}{100} \right)^4 \right]$	5,65 Вт/м <sup>2</sup>	4,68 Вт/м <sup>2</sup>
$q_{\text{кон}} = - q_{\text{изл}}$	22,4 Вт/м <sup>2</sup>	578,3 Вт/м <sup>2</sup>
$\alpha_{\text{жк}} = \frac{q_{\text{кон}}}{t_2 - t_{\text{жк}}}$	14,0 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	275,4 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)
$\alpha_{\text{к}} = \frac{q_{\text{л}}}{t_1 - t_{\text{к}}}$	7,0 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	85,7 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)
$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{к}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{жк}}}}$	0,689 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	14,9 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)

Результаты вычислений тепловых потерь приведены в таблице 2, где  $q$ ,  $q_{\text{л}}$ ,  $q_{\text{кон}}$  – плотности теплового потока, проходящего через наружную стену (оконный проем), лучистого теплообмена и конвекции, соответственно;  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_{\text{ж}}$ ,  $t_{\text{к}}$  – температуры стены внутри помещения, снаружи помещения, воздуха на улице и в помещении соответственно;  $\lambda$  – теплопроводность материала;  $\delta$  – толщина слоя материала;  $\varepsilon$  – степень черноты серого тела,  $\varepsilon = 0,9$  – для красного кирпича  $\varepsilon = 0,92$  – для стекла [5, табл. 1.53];  $C_0$  – коэффициент излучения абсолютно черного тела,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$ ,  $C_0 = 5,67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$ ;  $\alpha_{\text{жк}}$ ,  $\alpha_{\text{к}}$  – коэффициенты теплоотдачи снаружи и внутри здания, соответственно.

Из приведённых результатов видно, что плотность теплового потока через оконный проём в 20,8 раз больше, чем через стену. На рис. 1 а видно, что под оконным проёмом наблюдается область стены с более высокой температурой. Это объясняется тем, что внутри помещения в этом месте установлен радиатор отопления. Для того, чтобы уменьшить теплопотери в этом месте стены предлагается между радиатором и стеной установить теплоотражающий экран.

## Список литературы

1. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. М.: ИД Спектр, 2009.
2. Нестерук Д.А., Вавилов В.П. Тепловой контроль и диагностика. Учебное пособие для подготовки специалистов I, II, III уровня. – Томск., 2007. – 104 с.
3. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение. М.: Мир, 1988.
4. СП 50.13330.2012 Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция взамен 23.02.2013.
5. Бухмиров В.В., Ракутина Д.В., Солнышкова Ю.С. Справочные материалы для решения задач по курсу «Тепломассообмен» / ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 102 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ VPS СЕРВЕРОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН ИНФОРМАЦИОННОГО ЦИКЛА

*Бобрышева В.В.*

преподаватель информатики и информационных технологий,  
Колледж коммерции, технологий и сервиса КГУ, Россия, г. Курск

В статье рассматриваются особенности применения услуг, предоставляемых хостерами VPS серверов в процессе преподавания дисциплин информационного цикла. Приводится пример практической работы, выполнения которой с использованием тестового периода, предоставляемого поставщиками услуги VPS серверов, существенно сократит организационные и финансовые затраты на организацию занятия.

*Ключевые слова:* виртуальный сервер, VPS, операционные системы, практические занятия.

При преподавании дисциплин информационного цикла мы часто сталкиваемся с невозможностью предоставить обучающимся доступ к ресурсам вычислительной техники и операционных систем, полностью отвечающий требованиям, выдвигаемым процессом обучения данной конкретной дисциплине. Предоставление возможностей конфигурирования операционных систем, организации вычислительных сетей, конфигурирования серверов и пр. обязательно приведут в нерабочее состояние текущую материально-техническую базу. Использование виртуализации в пределах ресурсов учебных классов всегда ограничено вычислительной мощностью оных.

Попытки оптимизации организации учебного процесса заставляют обратиться к услугам, предоставляемым хостерами частных виртуальных серверов (VPS).

VPS (Virtual Private Server) – это хостинг-услуга, где конечному пользователю предоставляется виртуальный сервер с максимальными привилегиями. VPS эмулирует работу реального физического сервера – есть root-доступ, возможна установка своих операционных систем и программного обеспечения. На одном физическом сервере обычно работает несколько независимых виртуальных серверов.

По принципу работы и особенностям функционирования виртуальный выделенный сервер мало чем отличается от физического сервера. Он не имеет ограничений по количеству размещаемых сайтов, баз данных, доменных зон, ssh- ftp- email-пользователей, а его владелец-администратор имеет право работать с файлами, устанавливать приложения и совершать другие операции, как на реальном полноценном сервере. Каждый виртуальный сервер на нашем хостинге имеет собственный IP-адрес, который не разделяется с кем-либо еще. При необходимости можно заказывать дополнительные IP-адреса.

Виртуальный сервер работает независимо от других, расположенных на одной с ним хост-машине. Это значит, что сбой в работе одного сервера не влияет на функционирование «соседей».

В отличие от обычного виртуального (shared) хостинга, на виртуальном



сервере доступны технологии защиты от DDoS-атак, а сохранность данных гарантируется возможностью создания резервной копии.

Плюсы использования VPS по сравнению с выделенным сервером:

- Невысокая стоимость: аренда виртуального выделенного сервера обходится пользователю значительно дешевле аренды сопоставимого по мощности физического сервера.
- Простая масштабируемость: виртуальному серверу очень легко добавить мощности в виде дополнительного объема оперативной памяти, процессорных ядер или объема жесткого диска.

Минусы использования VPS сервера против выделенного сервера: общая дисковая система и канал связи: все виртуальные серверы, работающие на одной хост-машине, при условии разделения основных ресурсов используют одну на всех дисковую систему и общий высокоскоростной канал связи.

В настоящий момент существует огромное количество организаций, предоставляющих достаточно дешевый VPS-хостинг как у нас в стране, так и за рубежом (FLOPS, FIRST VDS, OVH, FAST VPS и другие).

Многие хостеры предоставляют тестовые периоды для ознакомления с возможностью и условиями работы виртуальных серверов. Тестового периода может быть вполне достаточно для включения работы с VPS серверами в учебный курс. В качестве примера рассмотрим использование VPS от FLOPS в курсе дисциплины «Операционные системы и среды»

FLOPS позволяет создавать виртуальные серверы под управлением ОС GNU/Linux и серверных ОС MS Windows. После выбора параметров сервера и операционной системы установка и начальная настройка сервера выполняются автоматически. Ресурс предоставляет консоль для управления сервером, однако сразу после установки пользователю доступны стандартные средства удаленного управления сервером (ssh для Linux серверов и rdp для серверов MS Windows).

В качестве примера практической работы, рекомендуемой к выполнению VPS сервера рассмотрим практическую работу «Управление процессами в ОС GNU/Linux».

Цель работы: познакомиться с понятием процесса. Научиться получать список имеющихся в системе процессов и управлять их состоянием.

### **Теоретические сведения.**

Операционная система Linux является многозадачной. Это значит, что одновременно в системе может присутствовать множество процессов, каждому из которых доступно определенное количество процессорного времени. Для пользователя создается иллюзия одновременного выполнения процессов.

Процесс – выполняемая программа с ее данными и контекстом. Каждый процесс имеет уникальный в любой момент времени номер в системе – PID. Первый запускающийся в системе процесс init, имеет pid = 1.

Для описания процессов в операционной системе имеется список структур – дескрипторов, содержащих информацию об идентификаторе процесса, приоритете, состоянии процесса, информацию о принадлежности

пользователю и группе, занимаемых процессом ресурсах и др.

Каждый процесс в системе Linux запускается каким-либо процессом.

Запускающий процесс – родительский, новый процесс – дочерний. Процессы, выполняющие одну задачу, объединяются в группы, имеющие собственный идентификатор. Процесс внутри группы, идентификатор которого совпадает с идентификатором группы процессов, считается лидером группы процессов.

Все запущенные процессы условно (в зависимости от выполняемой ими функции) можно разделить на три типа:

- Системные процессы являются частью ядра и всегда расположены в оперативной памяти. Они часто не имеют соответствующих им программ в виде исполняемых файлов и всегда запускаются особым образом при загрузке ядра системы.

- Процессы-демоны – это неинтерактивные процессы, которые выполняются в фоновом режиме.

- К прикладным относятся все остальные процессы, выполняющиеся в системе.

Интерактивные процессы связаны с определенным терминалом и через него взаимодействуют с пользователем. Фоновые процессы выполняются независимо от пользователя и параллельно.

Каждый процесс в операционной системе Linux может находиться в одном из четырех состояний: работоспособный, спящий (или ожидающий), остановленный и завершившийся.

Для получения информации о запущенных процессах часто используется команда `ps`. Вывод запущенной без аргументов команды содержит: информацию о процессах текущего пользователя и ассоциированных с текущим терминалом, процессорное время, занятое этим процессом, и имя исполняемого файла. Управлять форматом вывода можно с помощью дополнительных опций.

Альтернативным способом узнать о состоянии процессов в реальном времени является использование команды `top`. Выводом команды можно управлять с помощью специальных комбинаций клавиш. Справочную информацию можно получить, нажав клавишу «h».

Чтобы получить информацию о запущенных в системе процессах в виде дерева, можно использовать утилиту `pstree`.

Чтобы запустить программу достаточно ввести ее имя в командной строке и нажать «Enter». Однако не все команды запускают единственный процесс.

Интерактивные процессы, запущенные в терминале, занимают терминальную сессию, и оболочка не выводит пользователю строку приглашения до тех пор, пока программа не завершится.

Работу некоторых запущенных в терминале программ можно прервать с помощью сочетания клавиш «Ctrl + c» в окне терминала. В этот момент программе посылается сигнал INT (Interrupt).

Чтобы запустить программу в фоновом режиме необходимо завершить команду символом амперсанд «&». После этого в терминал выводится информация о запущенном процессе включая номер задания терминала, и приглашения пользователю на ввод новой команды.

Еще одним способом управлять выполнением процессов является использование утилиты `kill`. Данная команды позволяет послать определенный сигнал процессу. Возможно завершение процесса как по имени, так и по номеру задания или по идентификатору PID процесса.

Послать сигнал нескольким процессам можно с помощью команды `killall`.

### **Порядок выполнения лабораторной работы.**

1. Создайте файл `procs1`, содержащий список процессов пользователя `root`, отсортированный по идентификатору родительского процесса. Используйте команду `ps` и изученные ранее утилиты.

2. Получите информацию о процессах вашего пользователя, имеющих статус «работоспособный».

3. Добавьте к файлу `procs1` сведения о процессе в данный момент потребляющий больший процесс ресурсов центрального процессора.

4. Запустите утилиту `top`. Изучите содержимое информационных полей, предоставляемых утилитой. Получите информацию о степени использования ресурсов системы, количестве пользователей, времени работы системы.

5. Используя команду `pstree` получите информацию о дереве процессов и их идентификаторах. Найдите поддерево для процесса `init`, изучите список составляющих его процессов.

6. В новом окне терминала запустите программу `links2`. Затем два раза запустите редактор `nano` в фоновом режиме.

7. Получите список заданий текущей сессии терминала.

8. Используя команды `fg` и `bg` и сочетания клавиш «Ctrl + z» и «Ctrl + c» научитесь перемещать задачи из фона на передний план и наоборот.

9. Получите список сигналов для команды `kill`. Завершите запущенные процессы с помощью команды `kill` с помощью сигналов `SIGKILL` и `SIGTERM`.

10. Выполните команду `killall -u имя_текущего_пользователя`.

### **Список литературы**

1. Таненбаум Э. Современные операционные системы : пер. с англ. 3-е изд. СПб.: Питер, 2010. – 1120 с.
2. Немет Э., Снайдер Г., Хейн Т., Уэйли Б. Unix и Linux: руководство системного администратора : пер. с англ. 4-е издание / под ред. Д.А. Ключина. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2012. –1312 с.
3. М. Tim Jones Cloud Computing with Linux – Mercury Learning & Information, 2012 2. Matthew Portnoy. Virtualization Essentials – Sybex, 2012
4. Селезнев С. В., Мамонтов Д. В. Обзор технологий виртуализации // Молодой ученый. – 2013. – №8. – С. 60-62.
5. <https://flops.ru/?refid=10949>

## АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКИХ ПРИЕМНИКАХ

**Буряков Д.А., Газизов Т.Р.**

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

**Немировска А.**

Veranstaltungstechnik und -management (M. Eng.),  
Германия, г. Шверин

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом искажений в оптических приемниках ВОЛС на примере системы интерактивного кабельного телевидения.

*Ключевые слова:* волоконно-оптическая линия связи, оптический приемник, видеополоса, модулятор.

Проанализируем искажения в оптических приемниках ВОЛС на примере систем кабельного телевидения. Искажения в оптических приемниках обязаны двум составляющим (рис. 1): искажениям, возникающим в фотодетекторе и искажениям, возникающим в высокочастотном (ВЧ) усилителе [1-5].



Рис. 1. Структурная схема оптического приемника

Согласно [6], искажения оптического приемника CSO и СТВ (CSO и СТВ – искажения второго и третьего порядка соответственно) могут быть выражены через справочные параметры оптической системы (CSO и СТВ) [6]:

$$CSO_R = CSO_C + 3,6; \quad СТВ_R = СТВ_C + 4,5.$$

Справочные (или расчетные) значения CSO и СТВ оптического приемника приводятся для оговоренных условий эксплуатации, к которым относятся: уровень входной оптической мощности  $P_{вх}$ ; устанавливаемый выходной уровень сигнала  $U_{вых}$ ; стандарт принимаемых сигналов (канальная видеополоса); число транслируемых каналов  $N$  [7-10].

Уровень входной оптической мощности  $P_{вх}$  влияет на величину усиленного сигнала  $U_{вых}$  по закону любого линейного детектора [6]:

$$U_{вых} = U_c - 2(P_{вх} - P_c), \text{ дБм,}$$

где  $P_c$  – справочная величина входной оптической мощности, для которой заявлены искажения (CSO и CTB) оптического приемника при указанном уровне выходного сигнала  $U_c$ .

Искажения, возникающих в фотодетекторе, могут быть определены:

$$CSO_{\text{ФД}} = 74 + P_c - P_{\text{вх}}; \quad CTB_{\text{ФД}} = 80 + 2(P_c - P_{\text{вх}}).$$

Искажения оптического приемника в целом ( $CSO_R$  и  $CTB_R$ ), для заявленных рабочих режимов, могут быть найдены по формулам:

$$CSO_{\text{yc}} = -12 \log(10^{-(CSO_R)/12} + \dots 10^{-(74+P_c)/12});$$

$$CTB_{\text{yc}} = -18 \log(10^{-(CTB_R)/18} + \dots 10^{-(80+P_c)/18}).$$

Уровень выходного сигнала зависит, как от входной оптической мощности, так и от реализуемого индекса оптической модуляции  $m$ , который может отличаться (иногда и существенно) от справочного значения  $m_c$ , для которого заявлена справочная величина уровня выходного сигнала  $U_c$ :

$$U_{\text{вых}} = U_c + 2(P_c - P_{\text{вх}}) + 20 \log(m/m_c), \text{ дБмкВ.}$$

Уровень выходного сигнала  $U_{\text{вых}}$  может устанавливаться или вручную, за счет вводимого межкаскадного ослабления (рис. 1), или за счет использования системы автоматической регулировки усиления (APУ). Для расчета искажений это не играет принципиальной роли. Важна сама величина устанавливаемого выходного уровня вне зависимости от реализуемого индекса оптической модуляции или уровня входной оптической мощности.

Стандарт принимаемых сигналов не влияет на уровень выходного сигнала и, следовательно, на величину вносимых искажений. Используемый стандарт должен учитываться в уровнях модулирующих сигналов. Расчет искажений ведут для наихудшего случая, то есть для максимального  $m$ .

Число транслируемых каналов  $N$ . Как правило, оно отличаются от справочного значения  $N_c$  и учитывается в искажениях, как оптического приемника, так и выходного усилителя [6]:

$$\Delta CSO_N = CSO + 4,2 \log(N_c/N); \quad \Delta CTB_N = CTB + 10 \log(N_c/N).$$

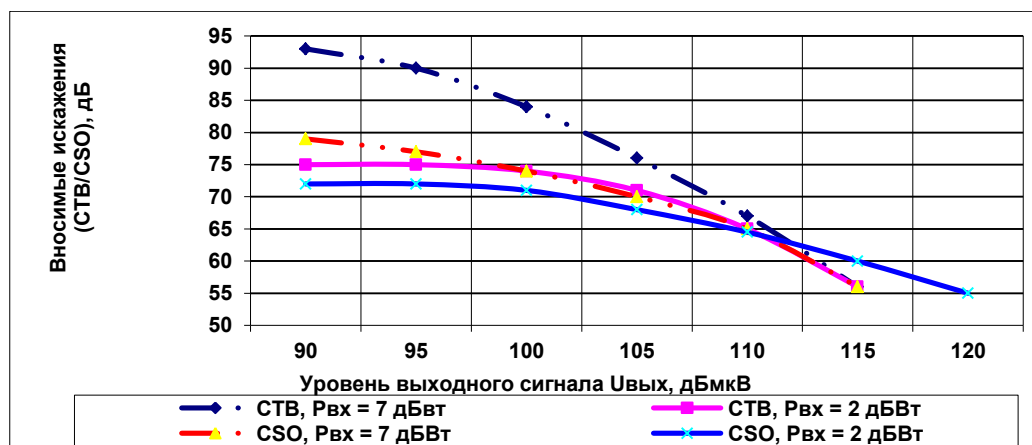
Большому числу транслируемых каналов соответствует большая величина искажений (меньшее численное значение). Конечные выражения по расчету искажений оптического приемника имеют вид:

$$CSO_R = -12 \log(10^{-(CSO_{\text{ФД}}+A)/12} + \dots 10^{-(CSO_{\text{yc}}+A+B)/12});$$

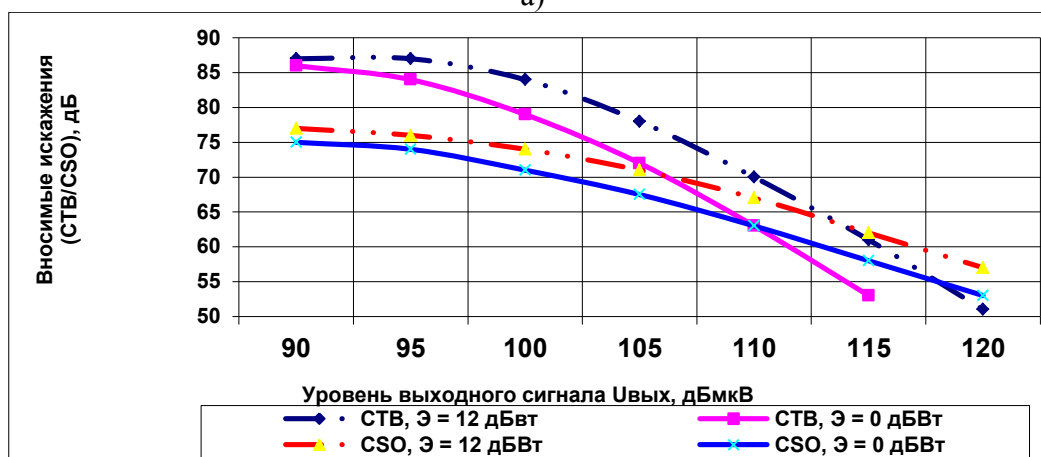
$$CTB_R = -18 \log(10^{-(CTB_{\text{ФД}}+C)/18} + \dots 10^{-(CTB_{\text{yc}}+C+2B)/18}).$$

где:  $A = 4,2 \log(N_c/N)$ ;  $C = 10 \log(N_c/N)$ ;  $B = U_c - U_{\text{вых}} + 0,35(\mathcal{E} - \mathcal{E}_c)$ ,  $\mathcal{E}_c, \mathcal{E}$  – справочное и реальное значение величины эквалайзирования

На рис. 2 представлены зависимости искажений, (а) вносимых оптическим приемником AC8000 от величины устанавливаемого выходного уровня при разных значениях входной оптической мощности, (б) – при разных значениях устанавливаемого эквалайзирования [6].



а)



б)

Рис. 2. Зависимости искажений

Из рис. 2а видно, что при больших уровнях выходного напряжения искажения оптического приемника очень мало зависят от уровня входной оптической мощности. Из рис. 2б следует, что введение предварительного эквалайзирования наиболее эффективно при повышенных уровнях выходных сигналов.

### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Оценка требуемой пропускной способности каналов управления в корпоративной сети спутниковой связи с регулируемыми параметрами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Информационно-технологический вестник. – 2015. – №02. С. 23.
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. 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.
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. 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.

6. Песков, С. Н. Искажения в оптических сетях. Часть 2: Искажения в усилительно-приемных устройствах. [Текст] / С.Н. Песков, З.А. Зима, С.Ю. Колгатин // Телеспутник, 2005, № 6.

7. Артюшенко, В. М. Выбор кабельного оборудования с учетом их электротехнических характеристик [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. – 2008. – №1. – С. 55-58.

8. Суворов, А. А. Повышение эффективности работы головного и абонентского электротехнического оборудования интерактивной системы кабельного телевидения [Текст] / А.А. Суворов, В.М. Артюшенко // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3. – №2. – С. 3-10.

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. Расчет уровней напряжений на выходе электротехнического оборудования головной станции системы кабельного телевидения [Текст] / В.М. Артюшенко, И.А. Сотников // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3. – №2. – С. 11-16.

## **РЕАГЕНТЫ СЕРИИ EVA ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ХИМИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ**

***Ваганов Р.А.***

технический директор, ООО «Эвакем Технологии»,  
Россия, г. Альметьевск

***Мингазетдинова Э.Р.***

заведующая лабораторией, ООО «Эвакем Технологии»,  
Россия, г. Альметьевск

Рассматриваются химические средства решения проблем нефтегазодобычи. На основе публикаций показана эффективность реагентов нефтегазопромысловых химии серии EVA.

*Ключевые слова:* нефтегазопромысловая химия, технологические проблемы нефтегазодобычи.

Основное решение проблем, связанных с осложнениями при добыче, подготовке и транспортировке нефти и газа, – комплексная химизация технологических процессов. Это обусловлено, прежде всего, тем, что в нефтегазопромысловых технологиях используется большой спектр веществ различного функционального назначения (деэмульгаторы, депрессорные присадки, ингибиторы отложений парафина и неорганических солей (АСПО), коррозии и т.д.) [1, 2]. Следовательно, важно обеспечить не только индивидуальную эффективность, но и совместимость применяемых одновременно или последовательно реагентов [3, 4]. В связи с этим на рынке нефтепромысловых химии представлены, как правило, серии реагентов.

Для комплексной химизации технологических процессов добычи, подготовки и транспортировки нефти и газа разработана серия нефтепромысловой химии EVA, в частности: деэмульгаторы EVABREAK, ингибиторы коррозии для трубопроводов EVACOR и для скважин EVACOR W, ингибиторы-депрессоры АСПО EVAFLOW WAX, удалители-диспергаторы АСПО EVASOLVE, ингибиторы гидратов EVAGID; депрессоры-ингибиторы АСПО дисперсионного типа EVAFLOW Arctic, Ultra, HD; ингибиторы асфальтенов EVAFLOW AST, биоциды EVABIO; ингибиторы солеотложений EVASCALE, антивспениватели EVAFOAM, поглотители кислорода EVASORB OXY, водоочистители EVACLEAR и нейтрализаторы сероводорода EVASORB. Кроме продуктов для нефтедобычи, в линейке компании ООО «Эвакем Технологии» есть ряд продуктов для нефтеперерабатывающих заводов: деэмульгатор EVABREAK DS, пленкообразующие ингибиторы коррозии и нейтрализаторы среды EVACOR DS, безформальдегидные нейтрализаторы сероводорода EVASORB DS, ингибиторы коксования EVADep, смазывающая присадка EVAPROTECT, депрессорно-диспергирующая присадка EVAFLOW PPD.

Высокотемпературный ингибитор солеотложения EVASCALE 88T показал наилучшие результаты в институте ТатНИПИнефть среди 46 ингибиторов солеотложения российских и зарубежных нефтепромысловых компаний. Сравнение эффективности проводилось по ингибированию солей сульфата кальция и бария при температурах до 130°C.

Применение дисперсионного реагента EVAFLOW Ultra на нефти с ДНС-1 «Корпедже» (Туркменистан) при дозировке 500 г/т позволило снизить температуру застывания нефти с 38 °С до 10 °С. Реагент может применяться как для товарной нефти, темных нефтепродуктов, топлива, мазутов, так и для эмульсий (до 20% воды).

Некоторые реагенты серии EVA являются продуктами комбинированного действия. Так, реагент EVABREAK 28C одновременно выполняет функции деэмульгатора и ингибитора коррозии.

Ряд реагентов серии EVA содержат в качестве растворителя метанол, который при несоблюдении правил обращения представляет опасность для персонала и окружающей среды. Законодательством предусмотрено документальное подтверждение соответствия реагентов требованиям безопасности труда, экологической и промышленной безопасности [5-7]. С целью обеспечения выполнения этих требований все реагенты серии EVA имеют паспорт безопасности химической продукции по ГОСТ 30333-2007, а технические условия на продукцию содержат разделы «Требования безопасности» и «Требования охраны окружающей среды». Подтверждение соответствия реагентов установленным требованиям осуществляется путем сертификации в Системе добровольной сертификации топливно-энергетического комплекса (Система ТЭКСЕРТ).

#### Список литературы

1. Маркин А.Н., Низамов Р.Э., Суховерхов С.В. Нефтепромысловая химия: практическое руководство. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 288 с.



2. Дунюшкин И.И. Сбор и подготовка скважинной продукции нефтяных месторождений: Учебное пособие. – М.: Нефть и газ, 2006. – 320 с.
3. Валиуллин И.В. Химический баланс промысловых реагентов в газожидкостной смеси в системе нефтесбора // Материалы научной сессии ученых Альметьевского государственного нефтяного института. – 2014. – Т. 1. – № 1. – С. 201-203.
4. Губайдулин Ф.Р., Татьяна О.С., Космачева Т.Ф., Сахабутдинов Р.З., Исмагилов И.Х., Мухаметгалеев Р.Р. Влияние химических реагентов, применяемых при добыче нефти, на устойчивость водонефтяных эмульсий // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 68-70.
5. Балаба В.И., Дунюшкин И.И., Павленко В.П. Безопасность технологических процессов добычи нефти и газа: Учебное пособие. – М.: ООО «Недра- Бизнесцентр», 2008. – 477 с.
6. Балаба В.И., Дунюшкин И.И., Павленко В.П. Промышленная безопасность добычи нефти и газа: Научное издание. – М.: Национальный институт нефти и газа, 2008. – 544 с.
7. Зинченко О.Д. Экологические аспекты конкурентоспособности в нефтегазовом комплексе / Современные тенденции в науке и образовании. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 5 частях. Часть III. – М.: ООО «АР-Консалт», 2015. – С. 113-115.

## **ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА РАЙОНОВ ГОРОДА**

***Васильев Д.А.***

доцент кафедры «Системотехника», к.т.н.,  
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,  
Россия, г. Саратов

***Игнатов Д.Ю.***

магистрант кафедры «Системотехника»,  
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,  
Россия, г. Саратов

***Михайлов Д.В.***

инженер II категории кафедры «Системотехника»,  
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,  
Россия, г. Саратов

***Размахнин И.П.***

студент кафедры «Системотехника», Саратовский государственный  
технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, г. Саратов

В статье рассматривается подход к построению экспертной системы потребительского оценивания уровня благоустройства районов города. В системе сочетаются процедуры статистической обработки данных и модель нечеткого вывода, позволяющая акку-

мулировать знания экспертов для принятия решений о степени благоустройства районов города.

*Ключевые слова:* инфраструктура, оценивание, нечеткий вывод, обработка данных, статистический критерий.

В настоящее время одной из важнейших проблем градостроительства является проблема благоустройства городов и отдельных их районов. В данном направлении решаются комплексы задач, связанных с созданием благоприятной жизненной среды с обеспечением комфортных условий для всех видов деятельности населения [1].

Оценивание развития инфраструктуры городов требует обратной связи с населением, включающей в себя процедуры построения опросных анкет, организации опросов респондентов, предварительной обработки результатов опросов с привлечением методов математической статистики, оценивания этих результатов и их визуализации.

В большинстве случаев подобные системы лишь частью автоматизированы, а процедуры оценивания абстрагируются от реализации моделей предварительной обработки данных, исключая из выборок аномальные («диких») данные, существенно влияющих на однородность обрабатываемых выборок. Кроме того, данные опросные системы для проведения процедур оценивания результатов анкетирования опираются на вычисления основных описательных статистик для каждого из исследуемых показателей [5]. По расчетным данным строятся диаграммы размаха, которые позволяют сравнить исследуемые объекты по отдельным показателям, при этом ряд объектов могут быть предпочтительнее по одним показателям и значительно проигрывать по другим. Для принятия окончательного решения в систему оценивания вводят дополнительные показатели важности показателей, что вносит в систему некоторую степень субъективизма.

В настоящей статье рассматривается подход к построению автоматизированной системы оценивания благоустройства районов города, сочетающий процедуры статистической обработки данных и системы нечеткого вывода [4], позволяющей аккумулировать знания экспертов для принятия решений о степени благоустройства районов города.

На этапе предварительной обработки анкетных данных осуществляется оценка однородности выборки, полученной от респондентов. Для сведения выборки к однородной, она подвергается анализу на наличие в ней аномальных оценок, которые следует исключать из рассмотрения при дальнейшем исследовании.

Для нахождения аномальных наблюдений рассматриваются одномерные выборки, полученные от респондентов по отдельным показателям оценки благосостояния районов города.

Для обнаружения аномального наблюдения реализуется одним из методов порядковой статистики [2]. Анализу подвергается вариационный ряд

$X^V$ , по которому проверяется нуль-гипотеза  $H_0$  – отсутствие аномального наблюдения.

Ориентируясь на случай, когда математическое ожидание и дисперсия  $\mu$  и  $\sigma$  априорно неизвестны, критериальная статистика вычисляется по формуле

$$D_n = (x_{\max} - \bar{x}) / S,$$

$$\text{где } x_{\max} = \max_i x_i, \bar{x} = (1/n) \sum_{i=1}^n x_i, S = \sqrt{(1/n) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

После вычисления значения  $D_n$  по заданному уровню значимости  $\alpha$  находится критическое значение  $D_\alpha$ . В случае, если  $D_n > D_\alpha$ , то нулевая гипотеза  $H_0$  отвергается, и максимальное значение выборки  $X$  считается аномальным и требующим исключения из анализируемой выборки.

Для оценки однородности всей выборки ответов респондентов, на наличие выбросов проверяется  $j$  векторов случайных величин  $X$ , где  $j = 1, \dots, k$ ,  $k$  – количество оцениваемых параметров оценивания благосостояния районов города.

В случае если  $\forall j = 1, \dots, k D_n^j > D^\alpha$ , при  $n = const$ ,  $\alpha = const$  выборка оценок респондентов считается однородной, иначе следует обратить внимание на респондентов, выставивших аномальные оценки, исключить эти оценки или повторить процедуру анкетирования.

Для выявления факторов наиболее существенно влияющих на благополучие районов города используется дисперсионный анализ [3].

Для реализации системы нечеткого вывода выделены следующие факторы: инфраструктура в районе; безопасность в районе; реакция ЖКХ; качество обеспечения дорожного движения; уход за парками и зелеными зонами, выступающие в качестве входных лингвистических переменных (ЛП) системы нечеткого вывода. В качестве выходной ЛП выступает коэффициент оценки социального благополучия районов города.

Каждая ЛП определяется набором терм, определенными нечеткими числами LR-типа.

Термы ЛП системы нечеткого вывода представлены в табл. 1-6.

Таблица 1

**Лингвистическая переменная <Инфраструктура в районе>, термы**

Терм	Очень плохо	Плохо	Удовлетворительно	Хорошо	Очень хорошо
Границы интервалов	0..3	2..4	3..6	4..7	6..10

Таблица 2

**Лингвистическая переменная <Безопасность в районе>, термы**

Терм	Плохая	Средняя	Хорошая
Границы интервалов	0..40	30..80	70..100

Таблица 3

**Лингвистическая переменная <Реакция ЖКХ>, термы**

Терм	Очень плохо	Плохо	Удовлетворительно	Хорошо	Очень хорошо
Границы интервалов	0..3	2..4	3..6	4..7	6..10

Таблица 4

**Лингвистическая переменная <Качество обеспечения дорожного движения>, термы**

Терм	Плохая	Средняя	Хорошая
Границы интервалов	0..40	30..80	70..100

Таблица 5

**Лингвистическая переменная <Уход за парками и зелеными зонами>, термы**

Терм	Плохая	Средняя	Хорошая
Границы интервалов	0..40	30..80	70..100

Таблица 6

**Лингвистическая переменная <Коэффициент оценки социального благополучия районов города>, термы**

Терм	Плохо	Удовлетворительно	Хорошо	Очень хорошо
Границы интервалов	0..3	2..5	4..8	7..10

Для реализации системы нечеткого вывода для оценивания благополучия районов города сгенерирован набор продукционных правил вида:

1. **IF** <Инфраструктура в районе> – «очень хорошо» **AND** <Безопасность в районе> – «хорошая» **AND** <Реакция ЖКХ> – «очень хорошо» **AND** <Качество обеспечения дорожного движения> – «хорошо» **AND** <Уход за парками и зелеными зонами> – «хорошо», **THEN** <Коэффициент оценки социального благополучия> – «очень хорошо»;

2. **IF** <Инфраструктура в районе> – «хорошо» **AND** <Безопасность в районе> – «средняя» **AND** <Реакция ЖКХ> – «хорошо» **AND** <Качество обеспечения дорожного движения> – «среднее» **AND** <Уход за парками и зелеными зонами> – «среднее», **THEN** <Коэффициент оценки социального благополучия> – «хороший» и т.д.

Для формирования нечеткого вывода предлагается использовать алгоритм Мамдани [4].

Разработано программное обеспечение, реализующее описанную методику оценивания. В качестве входных факторов, влияющих на благополучие городских районов, использовались выше отмеченные факторы в следующих обозначениях: *infrastructure*, *security*, *reaction*, *traffic*, *parks*. Выходная переменная (коэффициент оценивания) обозначена – *Co*.

На рисунке представлены результаты работы программной модели оценивания благополучия районов города.

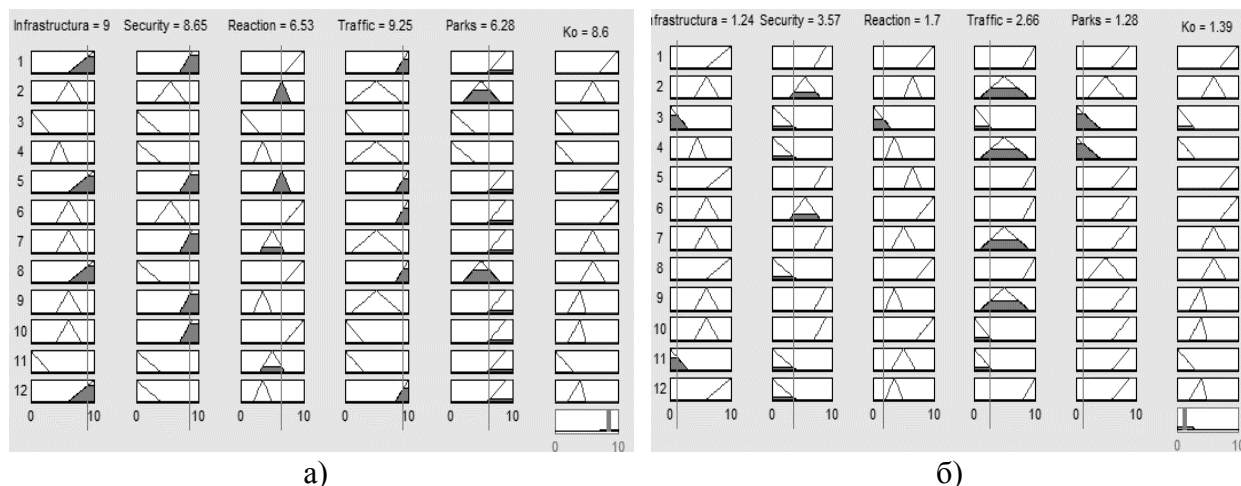


Рис. Результат оценивания благополучия района: а)  $Ko=8.6$ , б)  $Ko=1.39$

Представленная модель оценивания, позволяющая выделить значащие факторы, влияющие на благоустройство районов города, обработать анкетные данные и сформировать интегральный оценочный коэффициент, может быть использована как локальная автоматизированная система оценивания и контроля процесса благоустройства различных районов города.

#### Список литературы

1. Благоустройство [электронный ресурс] URL: <http://nashdom.vologda-portal.ru/economy/landscaping/> (дата обращения 01.03.2017).
2. Каримов, Р.Н. Статистика для врачей, биологов, и не только... Сбор, представление и предварительный анализ данных / Р.Н. Каримов, Ю.Г. Шварц Саратов. Саратов. мед. ун-т, 2007. – 200 с.
3. Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ / Дж. Тьюки; пер с англ. М.: Мир, 1981. 693 с.
4. Тэрано Т. Прикладные нечеткие системы / Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. М.: Мир, 1993. 368 с.
5. StatSoft. База примеров. Отношение к китайским автомобилям [Электронный ресурс] URL: <http://www.statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/branches/> (дата обращения 27.03.2015).

## ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗОК ПРЕДПРИЯТИЯ

**Вербоватая А.В.**

студентка кафедры организации перевозок и дорожного движения, Академия строительства и архитектуры, Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассмотрен существующий способ доставки грузов предприятия, дана характеристика отрасли и предложены варианты, оптимизирующие маршруты перевозки. Также, рассчитаны затраты на осуществление доставки и выбран оптимальный подвижной состав.

*Ключевые слова:* автомобильный транспорт, логистика, перевозка, маршрут, груз, подвижной состав, оптимизация, кольцевой маршрут.

Автомобильный транспорт является важнейшей частью транспортного комплекса страны и одним из ключевых звеньев экономики. Автотранспортные предприятия, занимающиеся организацией грузовых автомобильных перевозок, удовлетворяют потребности народного хозяйства в перемещении сырья и готовой продукции [3].

Исследуемое в статье предприятие ООО «АзовСтройСмесь» относится к предприятиям малого бизнеса и осуществляет перевозку собственных грузов по территории РФ, а также их перевалку и хранение на площади склада, расположенного в г. Азов, ул. Дружбы 52. Предприятие было образовано в 2013 году как фирма по производству сухих строительных смесей и осуществляет следующие виды деятельности: оптовая торговля строительным перлитом и агроперлитом; организация перевозок собственных грузов; складирование; фасовка; производство сухих строительных смесей [1].

Актуальность данного исследования заключается в необходимости сокращения затрат предприятия ООО «АзовСтройСмесь» на транспортировку грузов, а также в потребности предприятия оптимизировать существующие схемы доставки. Главные цели, которые необходимо достичь – проектирование качественной, надежной и экономичной сети междугородних перевозок грузов предприятия ООО «АзовСтройСмесь», оптимизация затрат на ГСМ и техническое обслуживание собственного подвижного состава [4].

Объектом исследования в статье будут являться перевозки предприятия по России за 2015 г. Наибольшее число рейсов и наибольшие объемы перевозок приходятся на направления:

1. Азов – Адлер (15 рейсов, 295 тонн);
2. Азов – Ростов-на-Дону (14 рейсов, 27 тонн);
3. Азов – МО, Раменский р-н, Верхнее Мячково (21 рейс, 277 тонн);
4. Азов – Азов (16 рейсов, 98 тонн);
5. Мытищи – Азов (12 рейсов, 180 тонн);
6. Адыгейск – Азов (60 рейсов, 240 тонн);
7. Новороссийск – Азов (12 рейсов, 210 тонн).

Также, за 2015 год предприятие осуществило несколько рейсов в следующие населенные пункты: г. Липецк, г. Батайск, г. Новочеркасск, г. Краснодар.

Для осуществления перевозок предприятие пользовалось собственным подвижным составом – грузовыми транспортными средствами MAN TGL 8.180 2006г. выпуска, грузоподъемностью 5т и ГАЗ 3302 (тентованная «Газель»), 2008г. выпуска, грузоподъемностью 1,5 т. А также пользовалось наемным автотранспортом – «еврофурами» грузоподъемностью 20 тонн и объемом кузова 88 м<sup>3</sup>, автомобилями МАЗ и IVECO.

Предприятие ООО «АзовСтройСмесь» использовало собственный подвижной состав на следующих направлениях: Азов –Ростов-на-Дону – Азов; Азов – Новочеркасск – Азов; Азов – Батайск – Азов; Азов – Краснодар – Азов; Азов – Азов; Азов – Адыгейск – Азов и суммарные затраты на осуществление перевозок за 2015г составили 863 096 руб. Затраты включают в

себя стоимость топлива и смазочных материалов, расход на комплекты шин, полисы ОСАГО, транспортный налог на оба транспортных средства и зарплату для троих водителей.

Общие затраты предприятия за год на наемный транспорт составили 3 183 970 руб. Эта сумма включает в себя оплату перевозок «еврофурами» по следующим направлениям: г. Азов – с. Верхнее Мячково; г. Азов – г. Адлер; г. Азов – г. Азов; г. Новороссийск – г. Азов; г. Мытищи – г. Азов, а также, стоимость перевозки наемным грузовым транспортным средством МАЗ по маршруту г. Азов – г. Краснодар (10 т. груза) и транспортным средством IVECO грузоподъемностью 5 т. для доставки 10 тонн груза двумя рейсами за год. При осуществлении перевозок наемным транспортом, компания ООО «АзовСтройСмесь» страхует груз, ставка составляет 0,01% от стоимости перевозимого груза [2]. Таким образом, за 2015-й год предприятие тратит на страхование собственных грузов 114 600 руб.

После проведения анализа существующих схем доставки собственным и наемным транспортом, были выявлены следующие недостатки: большое число маятниковых маршрутов; количество рейсов за год слишком велико из-за нерационального использования транспорта малой грузоподъемности; большая протяженность холостого пробега.

По выявленным недостаткам рекомендуются следующие мероприятия:

1. создать кольцевые маршруты и уменьшить холостой пробег транспорта;
2. оптимизировать использование наемного транспорта для уменьшения общего числа рейсов;
3. оптимизировать использование собственного транспорта.

**Предлагаемый кольцевой маршрут №1 – Азов – Липецк – Верхнее Мячково – Мытищи – Азов.**

Перевозки на данных направлениях предприятие осуществляло наемным транспортом и в виде маятниковых маршрутов: доставка груза из г. Азова в г. Липецк (10 т. за 2 рейса в год); в с. Верхнее Мячково (277 т. за 21 рейс); и доставку сырья из г. Мытищи в г. Азов (180 т. за 12 рейсов).

Для перевозки своей продукции в г. Липецк и с. Верхнее Мячково и одновременно доставки приобретаемого сырья из г. Мытищи в г. Азов, ООО «АзовСтройСмесь» может нанять «еврофуры» грузоподъемностью 20 т и объемом кузова 90 м<sup>3</sup>. Тогда потребуется 15 рейсов для перевозки всех грузов по данному направлению, из них выделим три следующих маршрута: 2 рейса за год – с заездом в г. Липецк, с. Верхнее Мячково и г. Мытищи; 7 рейсов за год – с заездом в с. Верхнее Мячково и г. Мытищи; 6 рейсов за год – только в с. Верхнее Мячково

Тогда, в сравнении с существующей на предприятии схемой доставки, предлагаемая значительно снижает расходы за счет уменьшения числа рейсов и создания кольцевых маршрутов: стоимость существующей схемы равна 2 173 220 руб., затраты на предлагаемую составят 1 384 778 руб.

**Предлагаемый маршрут №2 – Азов – Адлер – Новороссийск – Азов.**

На данных направлениях предприятие пользуется наемным подвижным составом «еврофура» грузоподъемностью 20 т и объемом кузова 90 м<sup>3</sup> и осуществляет 15 рейсов из г. Азов в г. Адлер и 12 рейсов из г. Новороссийск в г. Азов. Рекомендуются создать кольцевой маршрут с выгрузкой груза в г. Адлер и погрузкой сырья в г. Новороссийск с дальнейшей доставкой в г. Азов. После проведения расчетов было выявлено, что предлагаемая схема не оптимальна, так как увеличивается холостой пробег на маршруте (между пунктами Адлер и Новороссийск) и затраты повышаются на 182 660 руб. Поэтому рекомендовано оставить прежнюю схему перевозки.

**Предлагаемый маршрут №3 – Оптимизация перевозки по г. Азову.**

Согласно существующей на предприятии схемы доставки, 12 рейсов по г. Азову совершается транспортными средствами ГАЗ и 4 рейса – наемными «еврофурами». Суммарная стоимость данной схемы составляла 210 321 руб. за 2015 год и включала в себя общие затраты на собственный и наемный транспорт, на полис ОСАГО для ГАЗ, транспортный налог, страхование груза и заработную плату водителю по маршруту Азов – Азов.

Рекомендуется закрепить на данном маршруте собственное грузовое транспортное средство ГАЗ и одного водителя, назначить ему заработную плату в размере 14 000 руб. в месяц. Тогда, требуемый объем груза за год (98 т) будет освоен за 66 рейсов и затраты на данную схему составят 188 028 руб. Поэтому рекомендуемая схема оптимальна и рекомендуется к внедрению.

**Предлагаемый маршрут №4 – Азов – Ростов-на-Дону – Новочеркасск – Батайск – Краснодар – Адыгейск – Азов**

Предприятие использовало для перевозок по данным направлениям собственный транспорт и формировало маятниковые маршруты. Для перевозки всего объема груза по населенным пунктам и доставки сырья из г. Адыгейск в г. Азов рекомендуется использовать собственное грузовое транспортное средство MAN грузоподъемностью 5 т и вместимостью кузова 30 м<sup>3</sup> и создать кольцевые маршруты. Таким образом, образуется следующее количество рейсов по данному маршруту за 2015 год: 15 рейсов: Азов – Ростов-на-Дону – Новочеркасск – Батайск – Краснодар – Адыгейск – Азов; 3 рейса: Азов – Ростов-на-Дону – Новочеркасск – Батайск – Адыгейск – Азов; 1 рейс: Азов – Новочеркасск – Адыгейск – Азов; 29 рейсов: Азов – Адыгейск – Азов. Предлагаемая схема снижает затраты предприятия на 322 579 руб. за счет отсутствия холостого пробега при доставке сырья из г. Адыгейск и уменьшения общего числа рейсов по данным направлениям, поэтому она рекомендуется к использованию на предприятии.

**Список литературы**

1. АзовСтройСмесь. О компании [Электронный ресурс]. – <http://azovstroysmes.ru/about>
2. Страхование грузов. Калькулятор [Электронный ресурс]. – <http://calculator.cargobroker.ru/>
3. Афанасьев Л.Л. Единая транспортная система и перевозки. Учебник – М.: Транспорт, 2011. – 333 с.
4. Беляев В. М. Грузовые перевозки. – М.: Академия, 2011. – 176 с



## АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, ВЫПОЛНЕННОЙ НА ОСНОВЕ ВОЛС

*Газизов Т.Р., Буряков Д.А.*

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

*Немировска А.*

Veranstaltungstechnik und -management (M. Eng.),  
Германия, г. Шверин

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом искажений в оптической системе на примере интерактивного кабельного телевидения.

*Ключевые слова:* волоконно-оптическая линия связи, оптический приемник, оптический передатчик, оптический усилитель.

Одним из первых шагов при проектировании волоконно-оптической линии связи, являющейся составной частью системы кабельного телевидения (СКТ), является выбор оптического оборудования [1-5].

В общем случае простейшая аналоговая ВОЛС включает в свой состав оптический передатчик, оптический усилитель и оптический приемник (рис. 1).

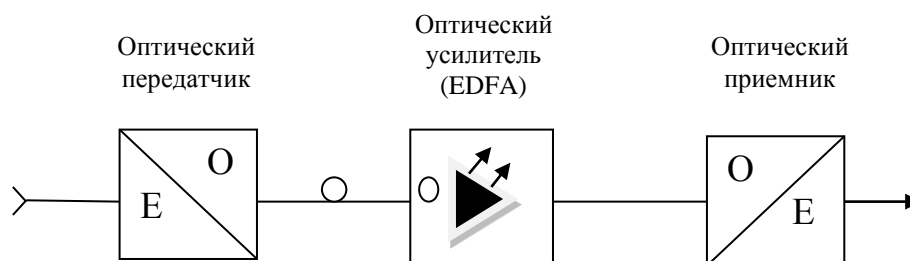


Рис. 1. Структурная схема простейшей аналоговой ВОЛС

Оптические усилители используются только во втором окне прозрачности, то есть на длине волны  $\lambda = 1550$  нм. Искажения оптической системы (передатчик, усилитель и приемник) согласно [6] записываются в виде:

$$CSO = -12 \log(10^{-(CSO_T)/12} + n 10^{-(CSO_{EDFA})/12} + 10^{-(CSO_R)/12});$$

$$CTB = -15 \log(10^{-(CTB_T)/15} + n 10^{-(CTB_{EDFA})/15} + 10^{-(CTB_R)/15}),$$

где  $CSO_{T/EDFA/R}$  и  $CTB_{T/EDFA/R}$  – соответственно искажения второго (CSO) и третьего (CTB) порядков оптических передатчика (Т), усилителя (EDFA) и приемника (R), а  $n$  – число каскадно включенных EDFA.

Искажения в оптических усилителях (EDFA – Erbium Doped Amplifier – оптический усилитель на волокне, легированном эрбием), по своей величине много меньше аналогичных искажений (CSO и CTB – искажения второго и третьего порядков соответственно), возникающих в оптическом передатчике или в оптическом приемнике. Численные значения искажений оптических усилителей от некоторых компаний-производителей приведены в табл. [6].

Таблица

Численные значения искажений оптических усилителей

Компания	Страна	Модель	Искажения, дБ	
			CSO	СТВ
Teleste	Финляндия	DVD 722S	≥82	≥78
Iritek	США	RMC – OFA	≥70	≥70
PBN	Австралия	EDFA – 40 YE	74(тип)	74(тип)

Для EDFA более важными параметрами является поляризационная дисперсия, поляризационная чувствительность выходной мощности и стабильность выходной мощности, которые в сочетании с такими искажениями, как стимулированное Бриллюэновское рассеяние, Романовское рассеяние, четырехволновое смешение, фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция, создают дополнительные существенные искажения в оптических сетях, особенно опасные при трансляции цифровых сигналов [7-10].

Если на используемый EDFA не указаны значения CSO и СТВ, то в расчетах можно принять значения 72–74 дБ, как наихудшие значения. Как уже было сказано, при каскадировании EDFA нелинейные искажения накапливаются по закону [6]:

$$CSO_{\Sigma} = -12 \log(10^{-(CSO_1)/12} + \dots + 10^{-(CSO_n)/12});$$

$$CTB_{\Sigma} = -15 \log(10^{-(CTB_1)/15} + \dots + 10^{-(CTB_n)/15}).$$

Так при каскадировании двух усилителей CSO понижается на 3,6 дБ, а СТВ на 4,5 дБ. При этом отношение несущая/шум (C/N) понижается на 3,0 дБ

На рис. 2 приведены расчетные зависимости вносимых искажений оптической системы Teleste, состоящей из передатчика DVO 701, двух оптических усилителей DVO 726 S и универсальной платформы AC8000, в зависимости от уровня выходного сигнала [6].

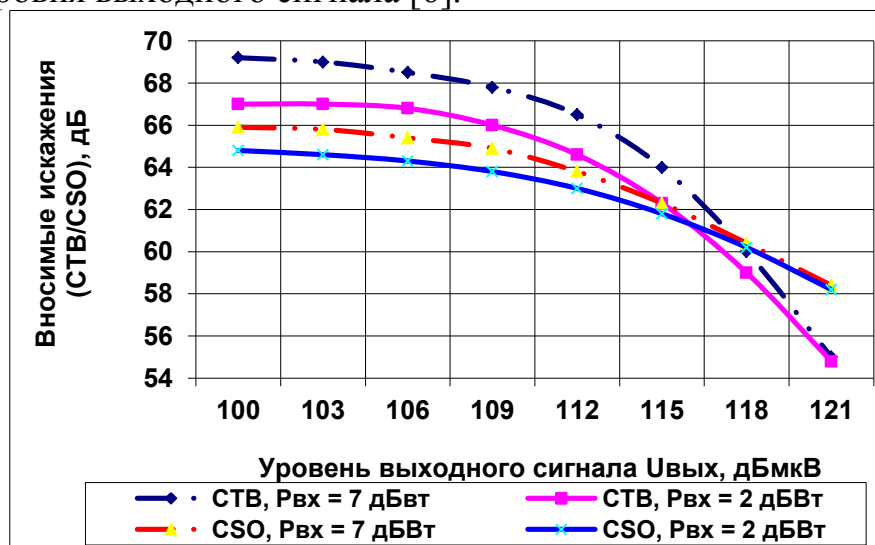


Рис. 2. Расчетные зависимости вносимых искажений оптической системы Teleste при:  $m = 4,1\%$ ; 42 PAL; 1550 нм

Анализ показывает, что в оптической системе невозможно добиться высоких значений СТВ и CSO ни за счет снижения уровня входной оптиче-

ской мощности ( $P_{\text{вх}}$ ) приемника, ни за счет снижения уровня его выходного сигнала, т.к. на параметры системы накладываются ограничения по искажениям, вносимым передатчиком. Даже наоборот.

При глубоком проникновении оптики (вплоть до PON – пассивная оптическая сеть) целесообразно использовать выходной усилитель в режиме максимального коэффициента передачи при минимальном уровне входной оптической мощности (с точки зрения минимизации финансовых затрат за счет максимизации числа оптических приемников, приходящих на один передатчик) и максимально возможном индексе оптической модуляции (за счет улучшения S/N и повышения уровня выходного сигнала оптического приемника при нехватке его усилительного потенциала). При каскадировании двух оптических систем (двойное оптическое преобразование), суммарные искажения накапливаются по широко известным зависимостям [6]:

$$\begin{aligned} \text{CSO}_{\Sigma} &= -10\log(10^{-(\text{CSO}_1)/10} + 10^{-(\text{CSO}_2)/10}); \\ \text{CTB}_{\Sigma} &= -20\log(10^{-(\text{CTB}_1)/20} + 10^{-(\text{CTB}_2)/20}). \end{aligned}$$

То есть при каскадировании двух идентичных оптических систем, CSO понижается на 3 дБ, а CTB – на 6 дБ.

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Выбор кабельного оборудования с учетом их электротехнических характеристик [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. – 2008. – №1. – С. 55-58.
2. Суворов, А. А. Повышение эффективности работы головного и абонентского электротехнического оборудования интерактивной системы кабельного телевидения [Текст] / А.А. Суворов, В.М. Артюшенко // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3. – №2. – С. 3-10.
3. 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.
4. Артюшенко, В. М. Расчет уровней напряжений на выходе электротехнического оборудования головной станции системы кабельного телевидения [Текст] / В.М. Артюшенко, И.А. Сотников // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3. – №2. – С. 11-16.
5. Артюшенко, В. М. Оценка требуемой пропускной способности каналов управления в корпоративной сети спутниковой связи с регулируемыми параметрами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Информационно-технологический вестник. – 2015. – №02. С. 23.
6. Песков, С. Н. Искажения в оптических сетях. Часть 2: Искажения в усилительно-приемных устройствах. [Текст] / С.Н. Песков, З.А. Зима, С.Ю. Колгатин // Телеспутник, 2005, №6.
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. Анализ систем управления космическим летательным аппаратом [Текст] / В.М. Артюшенко, М.И. Видов // Информационные технологии. Радиотехника. Телекоммуникации. – 2011. – №1. – С. 18-29.

10. 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.

## **ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ**

***Горбунов А.С.***

старший преподаватель кафедры электромеханики,  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Россия, г. Уфа

***Каримов Р.Д.***

младший научный сотрудник кафедры электромеханики,  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Россия, г. Уфа

Показаны основные преимущества индукционного способа нагрева, по сравнению с другими видами. Рассмотрены структурная и принципиальные схемы источников питания для электротехнологических установок с индукционным нагревом. Указаны основные особенности одноventильных источников.

*Ключевые слова:* индукционный нагрев, электротехнологическая установка, источник питания, преобразователь частоты.

В настоящее время индукционный способ нагрева как отрасль электротехнологии получает значительное развитие для обработки металлических заготовок для всех отраслей промышленности в силу его известных преимуществ перед другими видами нагрева. Среди них можно отметить выделение тепловой энергии непосредственно в нагреваемом теле без применения промежуточного теплоносителя, в связи с чем существенно повышается КПД нагрева. К другим преимуществам относится высокая скорость процесса, меньший градиент температур в нагреваемом изделии и др. [1].

Электротехнологическая установка с индукционным нагревом представляет собой сложный электротехнический комплекс, состоящий из большого количества электротехнических устройств, выполняющих различные функции. Рассмотрим ее более подробно. На рис. 1 показана структурная схема электротехнологической установки [2].

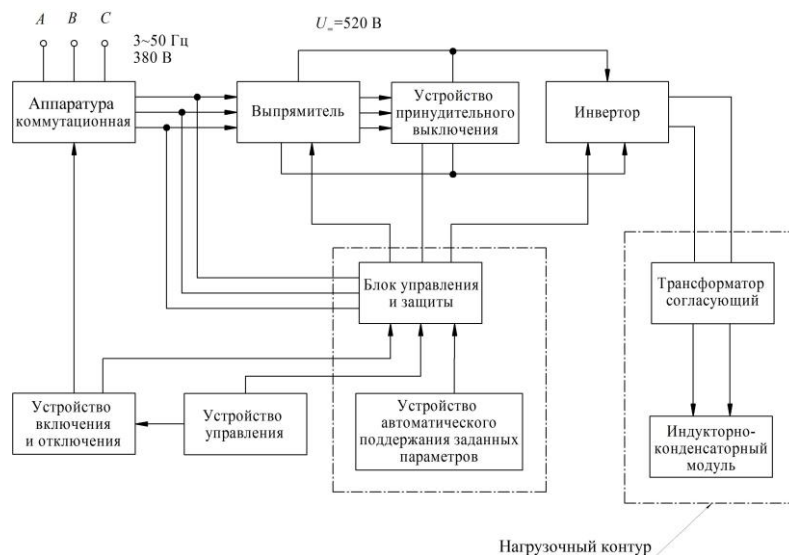


Рис. 1. Структурная схема электротехнологической установки

Основными элементами такой установки являются выпрямитель, преобразующий трехфазное переменное напряжение в постоянное, инвертор, осуществляющий преобразование постоянного напряжения в переменное с повышенной частотой, и нагрузочный контур, состоящий из индукторно-конденсаторного контура и в ряде случаев согласующего высокочастотного трансформатора [2].

Для получения высокочастотного выходного напряжения используется большое разнообразие схемных решений инверторов. Среди них можно выделить: мостовые инверторы с удвоением частоты (рисунок 2), мостовые симметричные инверторы (рисунок 3), одновентильные транзисторные с последовательным и параллельным соединением компенсирующей емкости (рисунок 4, а, б), одновентильные несимметричные инверторы (рисунок 4, в) [1-3].

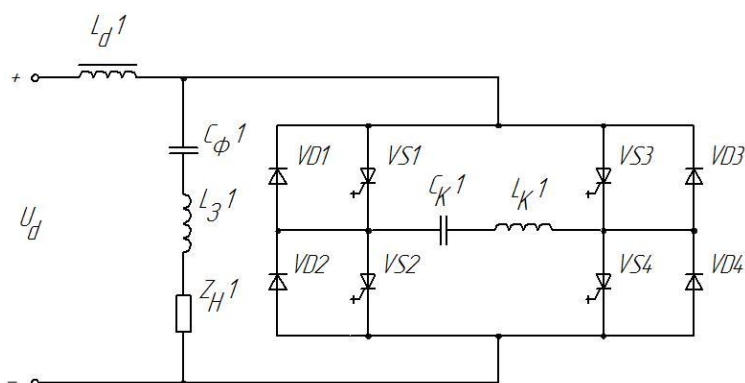


Рис. 2. Схема мостового инвертора с удвоением частоты

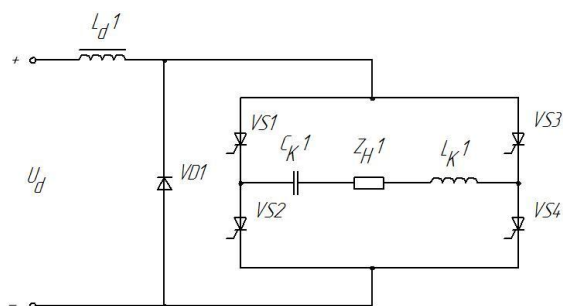


Рис. 3. Схема симметричного мостового инвертора

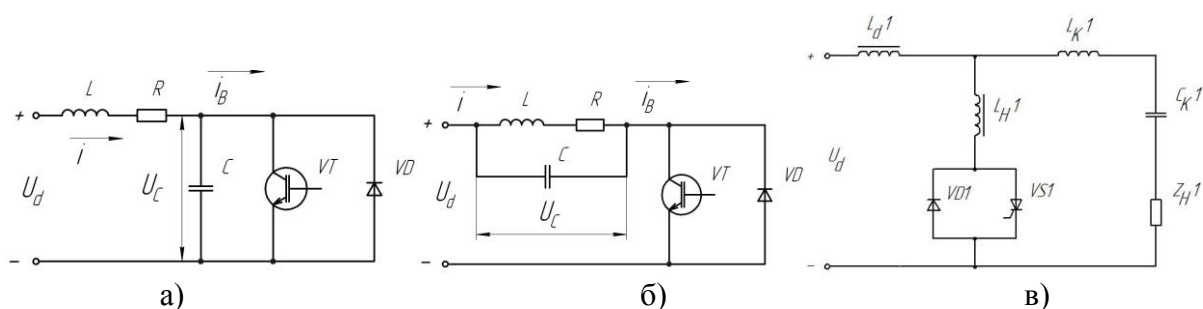


Рис. 4. Одновентильные инверторы:

а – с последовательной компенсирующей емкостью;  
 б – с параллельной компенсирующей емкостью; в – несимметричные

Как видно, одновентильные инверторы обладают наиболее простой схемой, связанной с наличием в общем случае одного управляемого полупроводникового прибора, в связи с чем их применение в настоящее время существенно расширяется.

*Работа выполнена при поддержке гранта НШ-6858.2016.8.*

#### Список литературы

1. Тиристорные преобразователи частоты / А.К. Белкин [и др.]. М.: Энергоатомиздат, 2000. 263 с.
2. Элементы индукционных установок / А.К. Белкин [и др.]; под ред. Ю.М. Гусева. М.: Энергоатомиздат, 2007. 140 с.
3. Рогинская Л.Э., Горбунов А.С. Структурный и параметрический синтез источников питания для комплексных электротехнологических установок // Proceedings of the 2nd International Conference «Intelligent Technologies for Information Processing and Management», November 10–12. vol. 2. Ufa, 2014. PP. 116–120.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

**Гринченко Б.Б.**

адъюнкт, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново

**Захаров Д.Ю.**

преподаватель кафедры пожарно-строевой, физической подготовки и ГДЗС,  
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново

**Тараканов Д.В.**

научный руководитель, преподаватель кафедры пожарной тактики и основ  
аварийно-спасательных и других неотложных работ, канд. техн. наук,  
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново

**Саттаров И.Ф.**

заместитель директора, ООО «Стройбазис», Россия, г. Иваново

Разработан метод моделирования совокупного взаимодействия узлов и механизмов дыхательных аппаратов, реализованный в виде программного средства, позволяющего без вмешательства в техническое устройство дыхательного аппарата изучить все его составляющие структурные элементы.

*Ключевые слова:* дыхательный аппарат, метод моделирования, узлы и механизмы.

На сегодняшний день нельзя себе представить работу пожарно-спасательных подразделений без средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. В роли таких средств для пожарных в основном выступают дыхательные аппараты со сжатым воздухом, то есть техническое устройство, в котором запас воздуха хранится в баллонах при избыточном давлении в сжатом состоянии. Дыхательный аппарат работает по открытой схеме дыхания, при которой на вдох воздух поступает из баллонов, а выдох производится в атмосферу [3]. Дыхательные аппараты предназначены для защиты органов дыхания и зрения пожарных от воздействия на них опасных факторов пожара [1], при тушении пожаров и выполнении аварийно-спасательных работ.

Пожарно-спасательные гарнизоны комплектуются современными дыхательными аппаратами, при этом газодымозащитники должны содержать их в полной технической исправности, а также обеспечивать в установленные сроки техническое обслуживание [2]. При осуществлении своей деятельности газодымозащитники должны владеть не только теоретической подготовкой в области оценки своих тактических возможностей, но и правильностью использования своего дыхательного аппарата, то есть тактико-технических

характеристик его узлов и механизмов. Немало важным фактором является техническое обслуживание дыхательных аппаратов газодымозащитниками. Фактически при проведении технических проверок, могут быть обнаружены специфические неисправности, вызванные неправильной регулировкой отдельных узлов аппарата, износом или выходом из строя. Поэтому недостаточный уровень знаний газодымозащитников в области технического устройства узлов и механизмов дыхательных аппаратов, может привести к трагическим последствиям.

Углубление теоретических знаний пожарных на основе компьютерного моделирования рассмотрено в работах [4,5], а особенности метода моделирования параметров работы газодымозащитников представлено в работе [6]. На основе теоретического обобщения работ [4-6] был разработан подход, в основе которого лежит использование 3D моделирования принципов работы узлов и механизмов ДА на сжатом воздухе. Данный подход позволяет рассмотреть узлы дыхательного аппарата не только по отдельности друг от друга, но и декомпозировать их на простейшие структурные элементы из которых они состоят. Метод позволяет всесторонне изучить детали, узлы и механизмы дыхательного аппарата на сжатом воздухе, без вмешательства в его техническое устройство (без разборки аппарата). Применение метода предусматривает следующие действия: на рисунке 1 изображен укомплектованный дыхательный аппарат без воздушного баллона. При нажатии кнопки «разобрать» (нижний правый угол), дыхательный аппарат разбирается на составные узлы рисунок 2.



Рис. 1. Общий вид дыхательного аппарата



Рис. 2. Составные узлы дыхательного аппарата



Так же на изображениях с правой стороны иллюстрированы составные узлы, такие как легочный автомат, панорамная маска, редуктор и др. С помощью метода представляется возможным декомпозировать все составные части узлов дыхательного аппарата до простейших структурных элементов. Так на рисунке 3 представлена панорамная маска, а на рисунке 4 она же представлена в разобранном виде. При наведении курсора мыши на составной элемент в верхнем левом углу отображается его название, а сам элемент выделяется цветовой палитрой (желтым цветом).

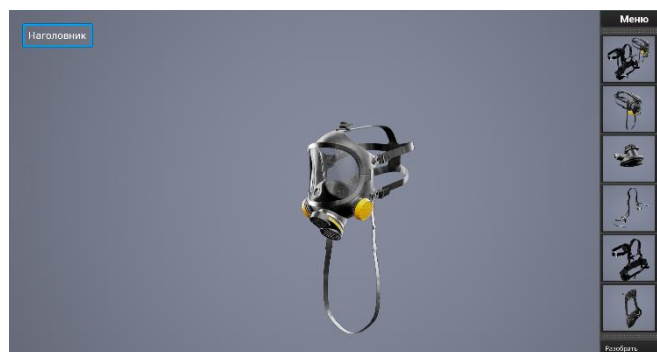


Рис. 3. Панорамная маска



Рис. 4. Панорамная маска в разобранном состоянии

Данный метод позволяет всесторонне изучить составляющие элементы дыхательного аппарата, без каких-либо вмешательств в само техническое устройство. Применение метода необходимо для повышения теоретических знаний газодымозащитников в области тактико-технического устройства и функционирования узлов и механизмов дыхательных аппаратов.

#### Список литературы

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Приказ МЧС России от 9 января 2013 г. № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде»
3. ГОСТ Р 53255 – 2009. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний.

4. Тараканов Д.В., Варламов Е.С., Илеменов М.В. Компьютерное моделирование процессов развития и тушения пожаров в зданиях. Технологии техносферной безопасности. 2014. № 5 (57). С. 15.

5. Тараканов Д.В., Саттаров И.Ф. Компьютерная модель ликвидации пожаров для тактической подготовки пожарных. Технологии техносферной безопасности. 2014. № 6 (58). С. 14.

6. Тараканов Д.В., Гринченко Б.Б. Метод моделирования параметров работы газодымозащитников. Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 1, № 1 (7). С. 203-205.

## ТРАНСФОРМАТОРНО-ВЫПРЯМИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ПОВЫШЕННЫМ КПД

*Гусаков Д.В.*

ассистент кафедры электромеханики, канд. техн. наук,  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Россия, г. Уфа

В статье рассмотрен способ повышения КПД трансформаторно-выпрямительного устройства с помощью использования магнитопровода, выполненного из аморфной стали. Рассмотрены основные преимущества и недостатки аморфной стали. Произведены расчеты трансформаторно-выпрямительных устройств с магнитопроводами, выполненными из различных аморфных сплавов.

*Ключевые слова:* магнитопровод, трансформаторно-выпрямительное устройства, аморфная сталь, коэффициент полезного действия.

Для авиакосмической отрасли основными критериями оценки являются массогабаритные показатели и КПД. Таким образом, целью данной работы является разработка трансформаторно-выпрямительного устройства (ТВУ) повышенной эффективности при сохранении тех же массогабаритных показателей. Основной причиной снижения КПД в ТВУ являются большие потери холостого хода, которые возникают из-за потерь в стали на перемагничивание, потерь на вихревые токи в пластинах стали, потоков рассеяния в других деталях трансформатора. Добиться устранения этих потерь возможно с помощью применения аморфных сплавов для магнитопроводов ТВУ взамен холоднокатаной электротехнической стали. Аморфные сплавы имеют низкую величину магнитной индукции насыщения, по сравнению с холоднокатаной электротехнической сталью. Поэтому одним из способов сохранения массогабаритных показателей является увеличение плотности тока в обмотках трансформатора.

Объектом исследования является ТВУ, состоящее из витого трехстержневого трансформатора с первичной цепью, соединенной по схеме «звезда» и двумя вторичными обмотками со схемами соединения «звезда» и «треугольник» и двух диодных мостов, соединенных между собой через

уравнительный реактор. Основные параметры трансформатора представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Основные параметры ТВУ

Наименование параметра	Величина
Расчетная мощность, ВА	10500
Первичное напряжение, В	115/200
Вторичное напряжение, В	27
Частота, Гц	400
Нагрузка, Вт	9000

Аморфные металлы не имеют кристаллическую структуру в отличие от других магнитных материалов. Все атомы в аморфном металле случайным образом расположены таким образом, чтобы придать сплаву более высокое значение удельного сопротивления (примерно в три раза), чем у кристаллических аналогов. Аморфные сплавы получают путем охлаждения сплава около миллиона градусов в секунду. Это быстрое охлаждение не дает атомам достаточно времени, чтобы перестроиться в стабильную кристаллическую форму. В результате каждый получает метастабильную аморфную структуру. Из-за отсутствия кристаллической структуры аморфные сплавы являются магнитномягкими (низкая коэрцитивность, низкие потери в сердечнике, высокая проницаемость). Высокое сопротивление дает более низкие потери на высоких частотах. Потери в аморфном сплаве самых низкие среди всех известных магнитных материалов [1].

Для определения массогабаритных показателей и потерь холостого хода были произведены численные расчеты ТВУ с магнитопроводом из различных аморфных сплавов по известным методикам [2], [3]. В таблице 2 приведены результаты расчетов.

Таблица 2

### Сравнение ТВУ с магнитопроводами, выполненными из различных сплавов

Наименование параметра	5БДСР	1СР	АМАГ 321	Metglas Alloy 2605CO
Масса металла обмоток, кг	2,48			
Масса магнитопровода, кг	4,04	3,5	2,92	2,76
Потери в магнитопроводе, Вт	4,44	10,85	17,5	8,27

Как видно из приведенной таблицы 2, наименьшими потерями холостого хода обладает трансформатор с магнитопроводом из сплава 5БДСР, однако он же обладает наибольшей массой, что является важным критерием для летательного аппарата. Наибольшими потерями холостого хода обладает трансформатор с магнитопроводом из сплава АМАГ 321. Наименьшей массой и достаточно низкими потерями холостого хода обладает трансформатор с магнитопроводом из сплава Metglas Alloy 2605CO и 1СР.

Такой же трансформатор, магнитопровод которого выполнен из обычной холоднокатаной электротехнической стали будет обладать той же массой, однако потери холостого хода составят примерно 100-150 Вт. При

выполнении магнитопровода трансформатора из аморфного сплава стоимость возрастет незначительно, а низкие потери холостого хода существенно сократят расходы при эксплуатации.

*Работа выполнена при поддержке гранта НШ-6858.2016.8.*

#### Список литературы

1. Hitachi Metals America Ltd. Электронный источник. Ссылка: <http://www.hitachimetals.com/> (дата обращения 29.03.2017 г.).
2. И.И. Белопольский и др. Расчет трансформаторов и дросселей малой мощности. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 400 с.
3. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 528 с.

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭЦ ЗА СЧЕТ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО УСТРАНЕНИЯ КОРРОЗИИ ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Есов И.Е.*

студент кафедры электро- и теплоэнергетики,  
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

В статье рассматриваются проблемы рационального использования природных ресурсов, проблемы энергосбережения, приоритетные направления по их решению, а также важность энергосбережения на сегодняшний день.

*Ключевые слова:* электрогидравлический эффект, коррозия, ТЭЦ, энергосбережение.

Повышение эффективности работы ТЭЦ, а вместе с тем, рациональное использование энергетических ресурсов является одним из приоритетных направлений в энергетике. Актуальность исследования объясняется «Энергетической стратегией на период до 2030 года», предусматривающая минимизацию использования природных ресурсов.

Эффективность работы ТЭЦ, зависит от удельного расхода топлива на выработанную электрическую энергию; удельного расхода топлива на выработанную (отпущенную) тепловую энергию; суммарного удельного расхода топлива на выработанную энергию; топливного КПД. Отсюда следует, что снижение удельных расходов топлив при той же выработанной энергией является эффективной работой ТЭЦ. Помимо этого, эффективность работы энергоснабжения города заключается в бесперебойном, надежном тепло- и электроснабжении как существующих, так и вводимых в эксплуатацию дополнительных нагрузок.

Мероприятия, направленные на увеличение численных значений в области энергосбережения, имеют большую рентабельность по сравнению с вводом новых генерирующих мощностей. Следовательно, на пути всей последовательности использования энергии первичного топлива от генерации

до потребления, необходимо обеспечить рациональное и экономное потребление ограниченных природных ресурсов.

Одной из основных причин увеличения удельного расхода топлива на единицу выработанной энергии является старение и образование коррозии на поверхностях основного и вспомогательного оборудования ТЭЦ.

Основной причиной повреждаемости трубопроводов тепловой сети является образование коррозии. Отказы по причине коррозии составляет большую часть от всех отказов. Прогнозирование и устранение коррозии трубопроводов являются важнейшей задачей, решив которые можно продлить срок службы оборудования, снизить затраты на их обслуживание и обеспечить надежное и бесперебойное теплоснабжение.

Существуют несколько методов решения данной проблемы. Один из них это замена старого, морально изношенного оборудования на новое. Этот метод действительно имеет место быть, однако, он требует комплексного подхода и крупных капиталовложений. Замена оборудования полностью не решает проблему, оно также будет нуждаться в обслуживании, в частности, в преждевременном устранении отложений на рабочих поверхностях.

Гидравлические испытания трубопроводов на сегодняшний день является основным методом определения остаточного ресурса теплосетей. У данного метода проверки трубопроводов имеются ряд недостатков. Одновременно с разрывами в каналах появляется размыв или намыв грунта, при сварных работах одного участка соседние участки начинают интенсивнее корродировать.

Эффект Юткина применяется в различных областях промышленности, в таких как технология машиностроения и металлообработка, горное дело и промышленность строительных материалов, химическая промышленность, агропромышленная отрасль, но нас интересует очистка внутренних поверхностей трубопроводов.

Мы совершенно упускаем из внимания способ очистки трубопроводов электрогидравлическими устройствами.

С нашей точки зрения возможно использование двух направлений разработок Л.А. Юткина: использование электрогидравлического насоса, создающего постоянную или пульсирующую промывочную струю и электрогидравлическая дробильная установка, обеспечивающая разрушение накипи за счет образования ударной волны от пропускного искрового разряда [4, с 45-47].

Электрогидравлический объемный насос [3] – одно из первых устройств, принцип работы которого основан на электрогидравлическом эффекте. Используется для производства резки, наклепа, полирования, шлифования, сверления и тому подобных операций воздействие на материал осуществляют как пульсирующей, так и непрерывной струей высокого и сверхвысокого давления. Высокое и сверхвысокое давление получают в электрогидравлических насосах, из узкого отверстия которых происходит истечение жидкости под высоким и сверхвысоким давлением. Данный насос может

применяться для создания напорной струи, которая будет вымывать загрязнения и шлам. Электрогидравлические насосы любой конструкции отличаются простотой и компактностью, отсутствием движущихся частей, легкостью управления и регулирования, большим диапазоном действия.

Электрогидравлические (ЭГ) дробилки [3]. Ударные деформирующие усилия, полученные посредством электрогидравлических ударов, возникающих в заполненных жидкостью трубопроводах, воспринимаются обрабатываемым материалом непосредственно или через связанный с ним рабочий инструмент. Электрогидравлические дробилки могут быть применены в ограниченном пространстве трубопроводов. Электрогидравлическое дробление обеспечивает заданную степень измельчения при определенном гранулометрическом составе продукта, обладает высокой избирательностью дробления. ЭГ дробилки не имеют движущихся частей, не образуют пыли при работе, позволяют совмещать процесс дробления, смешивания и флотации материалов, легко поддаются автоматизации.

Творческим коллективом студентов и сотрудников кафедры электро- и теплоэнергетики электроэнергетического факультета Оренбургского государственного университета предложено устройство эффективно решающих задачи очистки внутренних поверхностей трубопроводов от отложений.

Принцип работы, предлагаемого нами устройства основан на электрогидравлическом эффекте Л.А. Юткина (рисунок 1). Данное устройство включает в себя коаксиальный кабель 8, который снабжен очистным инструментом (рисунок 2), в виде жесткого электрода единой каплевидной формы 3. Концы электрода 3 соединены с токопроводящей оплеткой 7 коаксиального кабеля 8 с помощью байонетного соединения 6. Вершины каждого электрода 3 расположены соосно с центральной жилой, выполненной в виде торсионного вала 5. Совокупность вершин жестких электродов, единой каплевидной формы 3, образует с центральной жилой 5 коаксиального кабеля 8 рабочий искровой промежуток 4. Приводной механизм электрогидравлического устройства для очистки труб состоит из корпуса 10, в верхней части которого закреплена ручка 11 для транспортировки; зажимного механизма 13 (рисунок 3), выполненного в виде втулки для поддержания коаксиального кабеля 18, состоящая из зажимной цанги 19, патрона зажимной цанги 20 и рычага управления зажимным механизмом 14; блока генерации импульсов (блока Юткина) 12, снабженный гибким электродом, расположенного внутри коаксиального кабеля 16 и кабелем электропитания 15, для подключения к электросети. На передней части корпуса приводного механизма установлена вторая втулка для поддержания коаксиального кабеля 9, расположенная соосно по отношению к зажимному механизму 13. Устройство снабжено катушкой с механизмом размотки коаксиального кабеля 17 [4, с 45-47].

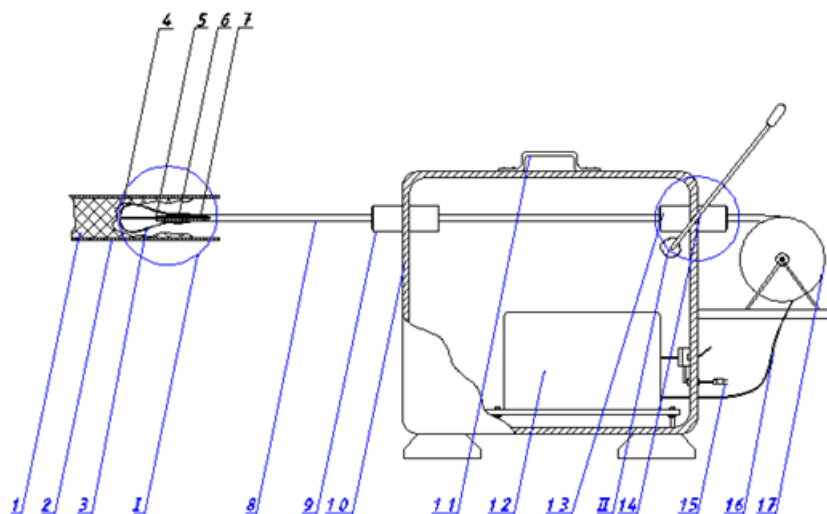


Рис. 1. Электрогидравлическое устройство для очистки труб

1 – Внутритрубные отложения; 2 – Трубопровод; 3 – Жесткий электрод каплевидной формы; 4 – Рабочий искровой промежуток из электродов каплевидной формы; 5 – Центральная жила; 6 – Байонетное соединение; 7 – Токопроводящая оплетка; 8 – Коаксиальный кабель; 9 – Втулка для поддержания коаксиального кабеля; 10 – Корпус; 11 – Ручка; 12 – Блок генерации импульсов (Блок Юткина); 13 – Зажимной механизм; 14 – Рычаг управления зажимным механизмом; 15 – кабель электропитания; 16 – Гибкий электрод, расположенный внутри коаксиального кабеля; 17 – Катушка с механизмом размотки коаксиального кабеля

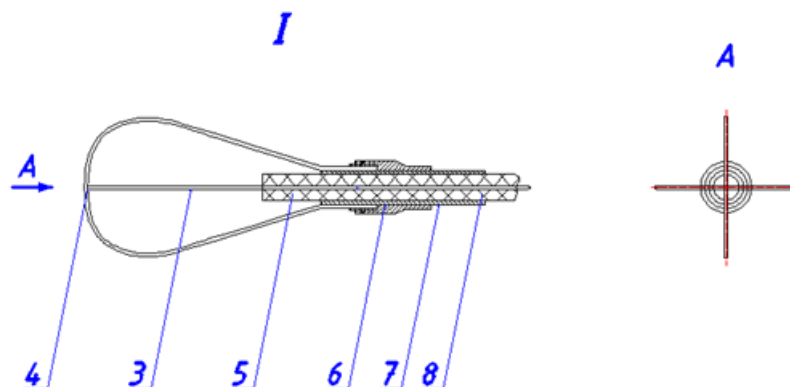


Рис. 2. Очистной инструмент

3 – Жесткий электрод каплевидной формы; 4 – Рабочий искровой промежуток из электродов каплевидной формы; 5 – Центральная жила; 6 – Байонетное соединение; 7 – Токопроводящая оплетка; 8 – Коаксиальный кабель

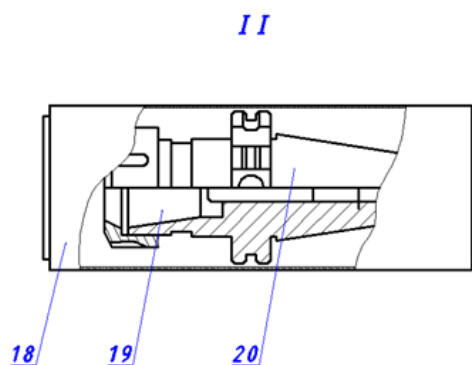


Рис. 3. Зажимной механизм

18 – Втулка для поддержания коаксиального кабеля;  
19 – Зажимная цанга; 20 – Патрон зажимной цанги

Устройство работает следующим образом.

Рабочий конец коаксиального кабеля 8 помещают в трубопровод 2, внутри которого внутритрубные отложения 1. Положительный полюс блока генерации импульсов (блока Юткина) 12 соединяют с центральной жилой 5, а отрицательный – с токопроводящей оплеткой 7. При подаче импульсов тока через гибкий электрод, расположенного внутри коаксиального кабеля 16, между концами центральной жилы 5 и вершинами жестких электродов единой каплевидной формы 3 происходят «осевые» искровые разряды и возникают электрогидравлические удары, действием которых осуществляется ударное возбуждение и очистка трубопровода 2 от внутритрубных отложений 1. Вода, подаваемая в трубопровод, удаляет загрязнения, отделенные со стенок. Передвижение очистного инструмента внутри трубопровода осуществляют механически при помощи зажимного механизма 13 и рычага для управления зажимным механизмом 14 [4, с 45-47].

Продвигая кабель вперед по трубе, например, вручную, осуществляют непрерывную очистку стенок трубы.

Поскольку петли данного устройства, практически не экранируют действие электрогидравлических ударов ни в стороны, ни вперед, устройство энергично очищает себе путь для свободного продвижения по трубе.

Предлагаемая установка позволяет интенсифицировать процесс очистки и повысить его качество за счет простоты, надежности и эффективности конструкции.

#### Список литературы

1. Есов И.Е. Электрогидравлическое устройство для очистки труб. Национальная ассоциация ученых / И.Е.Есов, В.Ю.Соколов // Сборник тезисов XVIII международной научно-практической конференции «Роль науки в развитии социума: теоретические и практические аспекты». – Екатеринбург: Изд-во: ООО «Евразийское Научное Содружество». 2016. – С. 45-47.
2. Патент на изобретение 2471118 Российская Федерация. Газовая горелка / Соколов В.Ю., Наумов С.А., Садчиков А.В., Горячев С.В., Лаврентьев А.В., Коробков А.И., опубл. 08.08.2011.
3. Патент на изобретение 2415337 Российская Федерация. Способ работы котла в режиме твердого шлакоудаления/ Тушин А.Н., Соколов В.Ю., Садчиков А.В., Горячев С.В., Наумов С.А., опубл. 17.12.2009.
4. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности/ Л.А.Юткин – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1986, – 253 с.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ВОЗДУХА В ВОЗДУХОВОДАХ

**Замараева К.С.**

студентка кафедры строительства,  
Ухтинский государственный технический университет, Россия, г. Ухта

**Пономарев Н.С.**

доцент кафедры строительства, к.ф.-м.н., доцент,  
Ухтинский государственный технический университет, Россия, г. Ухта

**Суханова П.А.**

студентка кафедры строительства,  
Ухтинский государственный технический университет, Россия, г. Ухта

В статье описывается эксперимент по определению потерь воздуха в воздуховодах. Наглядно показывается расположение трубопроводов от магистрали. Рассмотрено несколько ситуаций поворотов трубы и сняты показания скорости воздуха. Так же описываются материалы и свойства воздуховодов.

*Ключевые слова:* потери воздуха, вентиляция, воздуховоды, приборы.

Важнейшими аэродинамическими параметрами вентиляционных трубопроводов являются их аэродинамическое сопротивление, воздухопроницаемость и депрессия. Под аэродинамическим сопротивлением трубопровода понимают сопротивление, которое преодолевает воздух при его движении по трубопроводу. В основном его величина определяется силой трения воздуха о внутреннюю поверхность трубопровода. Воздухопроницаемость зависит в первую очередь от числа стыков между отдельными звеньями в трубопроводе и воздухопроницаемости стыка. Под депрессией вентиляционного трубопровода понимают потери напора [1, с. 238].

В системах вентиляции применяются воздуховоды: металлические, металлопластиковые, неметаллические. Воздуховоды могут быть гибкими, полугибкими, теплоизолированными, звукопоглощающими. По форме воздуховоды бывают круглого и прямоугольного сечения.

Металлические воздуховоды изготавливаются из листовой кровельной, оцинкованной или нержавеющей стали на заводах или заготовительных мастерских. Предпочтение следует отдавать круглым воздуховодам из-за меньшего аэродинамического сопротивления, расхода металла и трудоемкости при изготовлении. Преимущество прямоугольных воздуховодов, в том, что при открытых прокладках они лучше вписываются в интерьер общественных зданий, проще размещаются в пространстве с ограниченной высотой (например, за подшивным потолком) [1, с. 352].

Металлопластиковые воздуховоды изготавливаются из листовых панелей, которые представляют собой слой вспененного пластика толщиной 20 мм, проложенный между двумя слоями термообработанного гофрированного алюминия. Эти воздуховоды легки, обладают высокой прочностью и теплоизоляционной способностью (теплопроводность равна 0,019 Вт/(м·°C)), имеют хороший внешний вид, могут изготавливаться непосредственно на объекте.

Гибкие воздуховоды изготавливаются из многослойной ламинированной алюминиевой фольги и пленки из полиэфира. Форму воздуховодам придает специальный стальной проволочный каркас; они легки, термостойки, упрощают монтаж, однако создают большое аэродинамическое сопротивление. Применяются в качестве присоединительных воздуховодов небольшой длины [3, с. 127].

Аэродинамический расчет вентиляционной системы производят для подбора размеров поперечных сечений воздуховодов по рекомендуемым скоростям движения воздуха и определения потерь давления в системе [2, с. 269].

Так как круглые трубы выгодней, то для опытов мы взяли металлопластиковые и гибкие воздуховоды круглого сечения, присоединенные к магистрали воздушного потока. Провели три опыта и рассмотрели шесть ситуаций. Для измерения скорости воздуха мы использовали термоанемометр Testo 410-1. Он измеряет скорость потока и температуру воздуха. Прибор идеально подходит для точечных измерений на выходах воздуховодов с помощью встроенной крыльчатки D 40 мм. Возможен расчет среднего значения измерений. Показания скорости потока измерили по четырем точкам поперечного сечения трубы на выходе трубопровода (рис. 1).

В первом опыте были смоделированы две ситуации в воздуховодах без изгибов. Для первой ситуации мы собрали пластиковый трубопровод параллельно полу без изгибов (рис. 2 а). С помощью термоманометра измерили скорости воздуха по четырем точкам по сечению воздуховода, нашли их среднее арифметическое значение. Для второй ситуации мы собрали гибкий трубопровод параллельно полу без изгибов (рис. 2 б) и провели аналогичные измерения. По показаниям среднего значения скоростей мы нашли расход воздуха и посчитали его потери.

Во втором опыте мы изменили траекторию движения потока воздуха, взяли трубопроводы с одним изгибом. В этом случае для первой ситуации собрали пластиковый трубопровод параллельно полу с одним изгибом (рис. 3 а), проведя аналогичные измерения скоростей воздуха на выходе. Для следующей ситуации заменили пластиковый на гибкий трубопровод с одним изгибом (рис. 3 б) и сняли показания. Подобно первому опыту посчитали расход и потери воздуха.



Рис. 1. Термоманометр Тесто 410-1



а)

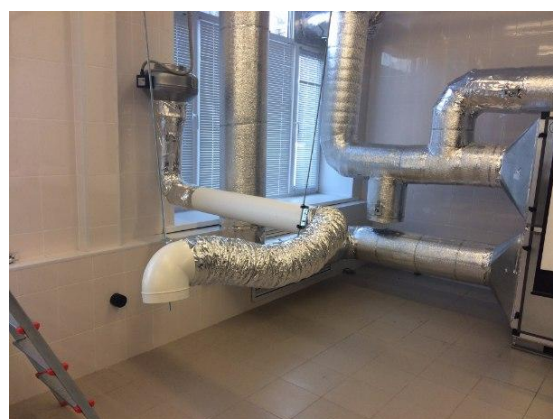


б)

Рис. 2. Трубопроводы без изгибов: а) пластиковый; б) гибкий



а)



б)

Рис. 3. Трубопроводы с одним изгибом: а) пластиковый; б) гибкий

В третьем опыте провели такие же измерения с пластиковым (рис. 4 а) и гибким трубопроводами (рис. 4 б), но с двумя изгибами трубы.



а)



б)

Рис. 4. Трубопроводы с двумя изгибами: а) пластиковый; б) гибкий

Результаты всех измерений и расчётов приведены в таблице. Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что больше всего потерь воздуха наблюдается в третьем опыте, т.е. в трубопроводе с двумя изгибами. Так же видно, что во всех опытах в пластиковых трубопроводах скорость воздуха больше, чем в гибких.

Таблица

№	Схема	Скорость, V, м/с				Ср. знач скорости, $V_{ср}$ , м/с	Расход, L, $\text{м}^3/\text{ч}$	Потери %
		V1	V2	V3	V4			
1.1		11,20	11,10	8,80	3,00	8,50	542,00	$\frac{(542 - 472)}{542} \cdot 100\% = 12,9$
1.2		8,90	9,60	8,60	2,60	7,40	472,00	
2.1		10,60	10,30	9,90	2,60	8,40	531,00	$\frac{(531 - 441)}{531} \cdot 100\% = 16,9$
2.2		9,30	9,00	7,00	2,40	6,90	441,00	
3.1		11,20	10,50	10,30	2,40	8,60	547,00	$\frac{(547 - 445)}{547} \cdot 100\% = 18,6$
3.2		8,50	10,00	7,10	2,40	7,00	445,00	

### Список литературы

1. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке: учебное пособие / Ю.С. Краснов. – Термокул, 2004. – 373 с.
2. Мхитарян А.М. Аэродинамика: учебник / А.М. Мхитарян. – 2-е изд., перераб. и доп. / Репринтное воспроизведение издания 1976 г. – М. : ЭКОЛИТ, 2012. – 448 с.
3. Шепелев И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении: учебник / И.А. Шепелев – М.: Стройиздат, 1978. – 144 с.

## МЕТОДИКА СИНТЕЗА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПО ПРИНЦИПУ ГАРАНТИРОВАННОГО РЕЗУЛЬТАТА

**Иванов С.В.**

доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»,  
к.т.н., Донской государственный технический университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Маркин Е.В.**

сотрудник структурного подразделения Ракетных войск стратегического  
назначения, соискатель учёной степени, Военная академия Ракетных войск  
стратегического назначения имени Петра Великого Россия, г. Балашиха

**Довгопол А.Н.**

студентка, Донской государственный технический университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматривается предположительное формирование противником замкнутого управления по принципу обратной связи на основе собственных наблюдений "наихудшим" образом. Результаты исследований показывают, что противник может воспользоваться любым неоптимальным шагом, сделанным объектом. Предлагается решение конфликтной задачи методом сведения двухточечной краевой задачи (ДТКЗ) к одноточечной задаче интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

*Ключевые слова:* беспилотный летательный аппарат, органы управления, манёвр уклонения, параметры движения летательного аппарата, маневрирующий объект, алгоритм.

Рассматриваемая конфликтная задача может быть формализована следующим образом. Пусть отрезок на числовой прямой  $[t_0, t_k] \in T$  – ограниченное ( $t_k \leq T$ ) время функционирования объектов;  $Y$  –  $n$ -мерное,  $Z$  –  $m$ -мерное,  $U$  –  $r$ -мерное,  $W$  –  $p$ -мерное евклидовы пространства с элементами  $y, z, u, w$  соответственно;  $f_y(y, t), g_u(u, y, z, t)$  и  $f_z(z, t), g_w(w, z, y, t)$  – соответственно  $n$ -мерные и  $m$ -мерные непрерывные нелинейные функции. Текущие состояния маневрирующего объекта (союзника) описываются фазовым вектором  $y(t)$ , а состояния объекта-перехватчика (противника) – вектором  $z(t)$ , и в фазовом пространстве задаются системой нелинейных дифференциальных уравнений [1-4]:

$$\frac{dy}{dt} = f_y(y, t) + g_u(u, y, z, t), y(t_0) = y_0; \quad (1)$$

$$\frac{dz}{dt} = f_z(z, t) + g_w(w, z, y, t), z(t_0) = z_0, \quad (2)$$

где  $u, w$  – управляющие функции объектов ( $u \in R^r, w \in R^p$ );  $t \in [t_0, t_k]$  – ограниченное время решения задачи,  $t_0$  – начальный момент времени.

Органы управления объекта-союзника формируют ограниченные управляющие воздействия:

$$|u_j(t)| \leq \hat{u}_j, j = \overline{1, r}. \quad (3)$$

Поиск оптимальных допустимых стратегий управления  $u^0(t)$  и  $w^0(t)$  в сформулированной задаче необходимо осуществлять из условия минимакса [3]:

$$J[u^0, w^0(z, y, t)] = \min_w \max_{|u_j(t)| \leq \hat{u}_j} \left\{ Q[y(t_k), z(t_k), t_k] + \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_k} [w^T(t) K_1 w(t) - u^T(t) K_2 u(t)] dt \right\}, \quad (4)$$

где  $K_1(t)$ ,  $K_2(t)$  – симметричные положительно определенные функции-матрицы соответствующих размерностей.

При синтезе алгоритма воспользуемся подходом, изложенным в работах [3,4], позволяющем свести сформулированную игровую задачу к задаче одностороннего гарантированного управления аппаратом-союзником.

Предполагается, что противник формирует замкнутое управление по принципу обратной связи на основе собственных наблюдений "наихудшим" образом – может воспользоваться любым неоптимальным шагом, сделанным нашим объектом.

Вектор оптимального управления союзника находится при этом из условия максимума гамильтониана:

$$H(x(t), u^0(t), \bar{w}(t), \lambda(t), t) = \max_{|u_j(t)| \leq \hat{u}_j} \{ H(x(t), u(t), \bar{w}(t), \lambda(t), t) \} \quad j = \overline{1, r}, \quad (5)$$

где  $x(t) = [y(t)^T \quad z(t)^T]^T$  – объединенный вектор состояния ( $\tau$  – знак транспонирования);  $\bar{w}(x, \lambda, t) = K_1^{-1} \left[ 0 \quad \frac{\partial g_w}{\partial w} \right]^T \lambda$ ,  $\lambda(t)$  –  $(n+m)$ -мерная вектор-функция.

Воспользуемся методом сведения двухточечной краевой задачи (ДТКЗ) к одноточечной задаче интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений, рассмотренным в работе [6]. В этом случае вместо ДТКЗ в прямом времени интегрируется следующая система дифференциальных уравнений:

$$\frac{d\tilde{x}}{dt} \approx M_1 \frac{d\lambda_0}{dt} + f(\tilde{x}(t), \tilde{Q}(\tilde{x}(t)), t), \quad x_i(t_0) = x_{0i}, \quad i = \overline{1, n+m}; \quad (6)$$

$$\frac{dM_1}{dt} \approx \frac{\partial f(\tilde{x}(t), \tilde{Q}(t), t)}{\partial x} M_1 + \frac{\partial f(\tilde{x}(t), \tilde{Q}(t), t)}{\partial \lambda} M_2; \quad (7)$$

$$\frac{dM_2}{dt} \approx \frac{\partial \varphi(\tilde{x}(t), \tilde{Q}(t), t)}{\partial x} M_1 + \frac{\partial \varphi(\tilde{x}(t), \tilde{Q}(t), t)}{\partial \lambda} M_2, \quad (8)$$

где

$$\frac{d\lambda_0}{dt} \approx \left[ \frac{\partial \tilde{Q}(\tilde{x}(t))}{\partial x} M_1 - M_2 \right]^{-1} \times \left[ - \frac{\partial \tilde{Q}(\tilde{x}(t))}{\partial x} f(\tilde{x}(t), \tilde{Q}(t), t) + \varphi(\tilde{x}(t), \tilde{Q}(\tilde{x}(t)), t) \right].$$

**Пример.** Моделировались два практических случая управления союзником. В первом случае задавалось программное релейное управление. При этом ЛА противника поражал ЛА союзника на 61-й секунде. Во втором случае синтезировалось управление союзником на основе сформированной методики. Тогда аппарат союзника выполнял маневр уклонения и обходил ЛА противника за счет преимуществ в скорости и энергетике, а затем выходил в заданную конечную область пространства.

**Список литературы**

1. Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. М.: Высш. шк., 2003.
2. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А. Красовского. М.: Наука, 1987.
3. Щербань И.В. Эффективный субоптимальный алгоритм управления игроком-союзником в конфликтной задаче // Изв.РАН. ТиСУ. 2007. №1. С. 7-12.
4. Соколов С.В., Щербань И.В. Решение задачи синтеза оптимального управления в конфликтной задаче // Изв.РАН. ТиСУ. 2003. №5. С. 35-40.
5. Первачев С.В., Перов А.И. Адаптивная фильтрация сообщений. М.: Радио и связь, 1991.
6. Барков В.В., Кочетков Ю.А. Краевая задача оптимального управления нелинейными детерминированными системами // Изв. РАН. ТиСУ. 1995. №6. С. 184-193.
7. Буков В.Н. Адаптивные прогнозирующие системы управления полетом. М.: Наука, 1987.

**МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКОЙ АВТОМОБИЛЯ*****Извозчикова В.В.***

доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем, канд. техн. наук, доцент, Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

***Хлынин И.А.***

магистрант кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем, Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

В статье описывается микропроцессорная система управления пневмоподвеской автомобиля. Система состоит из двух микроконтроллеров, четырех датчиков клиренса и четырех датчиков давления, снабжена дисплеем для вывода информации беспроводным каналом передачи данных. Акцент сделан на бюджетное исполнение, доступность компонентов и сред разработки программного обеспечения.

*Ключевые слова:* пневматическая подвеска, микроконтроллер, микропроцессорная система, клиренс.

В современном мире, цифровая техника полностью заполнила жизнь людей. Сейчас, цифровую “начинку” встраивают практически в любую систему и особенно в автомобильной отрасли. Разработанная микропроцессорная система управления предназначена для установки в ранее модернизированный автомобиль, в котором произведена замена обычной амортизационной пружины на пневмобаллоны. Микропроцессорная система управления пневмоподвеской автомобиля позволит максимально эффективно управлять таким типом подвесок и создавать значительный комфорт пользователю автомобиля.



Основная электрическая часть системы, показанная на рисунке 1, состоит из двух микроконтроллеров, четырех датчиков уровня клиренса, четырех датчиков давления, двух Wi-Fi модулей ESP8266 и панели управления (включает в себя микроконтроллер, дисплей и группу клавиш для ввода информации).

Датчики клиренса считывают информацию о положении рычагов, датчики давления измеряют давление в пневмоподушках. Эти данные поступают в центральный блок управления (ЦБУ), откуда по протоколу UART[1] через беспроводной канал Wi-Fi информация принимается вторым микроконтроллером, встроенным в панель управления.

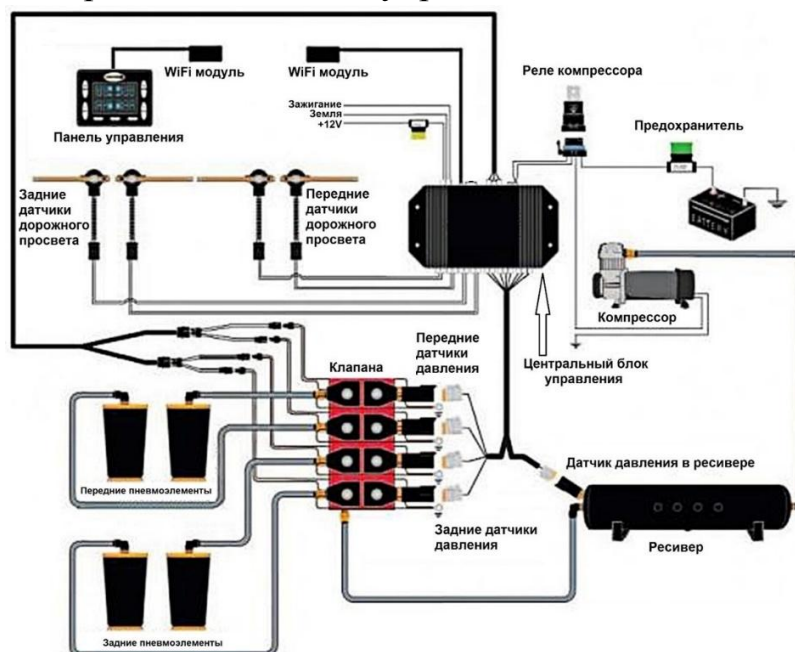


Рис. 1. Схема системы пневматической подвески

Второй микроконтроллер управляет монитором, на который выводится информация о положении рычагов и давлении в пневмостойках и отображается пользовательский интерфейс с выбором режима работы подвески. На основе получаемых данных, водитель выбирает один из режимов работы пневмоподвески:

- ручной режим;
- полуавтоматический режим;
- автоматический низкий;
- автоматический средний;
- автоматический высокий.

Ручной режим полностью передает управление подвеской пользователю, где каждая пневмостойка настраивается индивидуально и остается в таком положении. Такая функция полезна на грунтовой дороге для преодоления различных препятствий.



В полуавтоматическом режиме клиренс настраивается в ручном режиме во всем диапазоне пневматических стоек, но микроконтроллер отслеживает одинаковое положение рычагов по колесным осям автомобиля (для равномерного износа узлов подвески и правильной управляемости [2]). Если какой-либо рычаг находится ниже или выше остальных, микроконтроллер автоматически выставит заданную высоту. Такой режим актуален для более тонкой настройки, например, между автоматическими режимами низкий и средний, или средний и высокий.

Автоматический режим настраивается из запрограммированных ранее оптимальных положений подвески: минимальная высота, средняя и максимальная. Когда автомобиль загружается или разгружается, то микроконтроллер выставляет заданную высоту, нивелируя просадку или подъем. После выбора режима данные из микроконтроллера панели управления поступают в контроллер ЦБУ, где по полученным данным осуществляется управление восьмью контурным блоком клапанов.

На рисунке 2 приведена структурная схема системы управления пневматической подвеской, где приведены основные блоки и связи между ними.

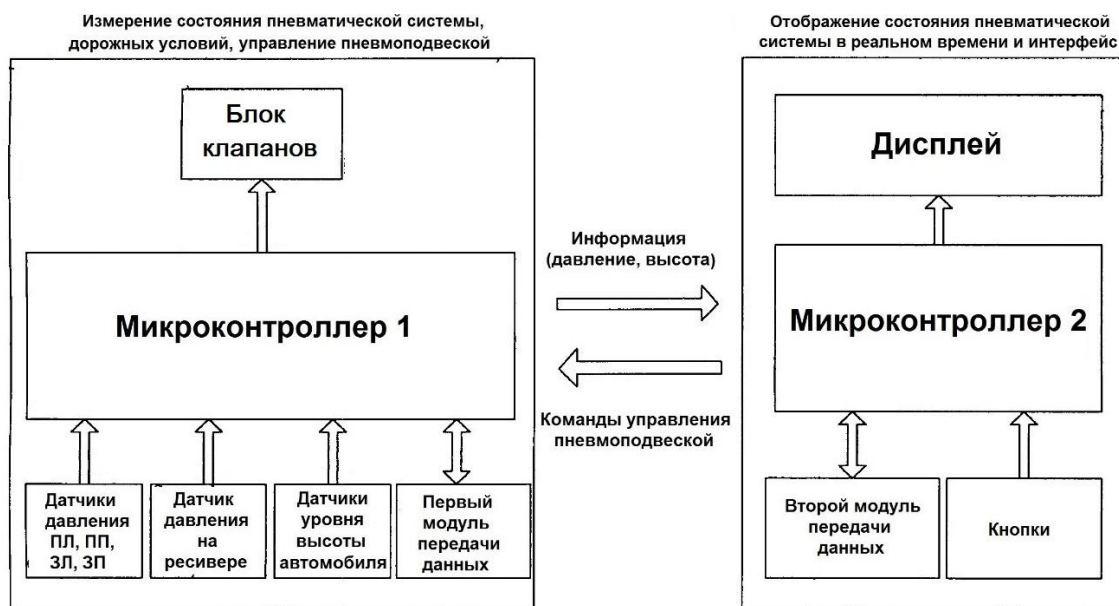


Рис. 2. Структурная схема системы управления пневматической подвеской автомобиля

Прежде чем перейти к изготовлению и установке спроектированной системы в автомобиль, отдельные части системы были смоделированы в САПР ProteusDesignSuite. Моделирование части микропроцессорной системы представлено на рисунке 3.

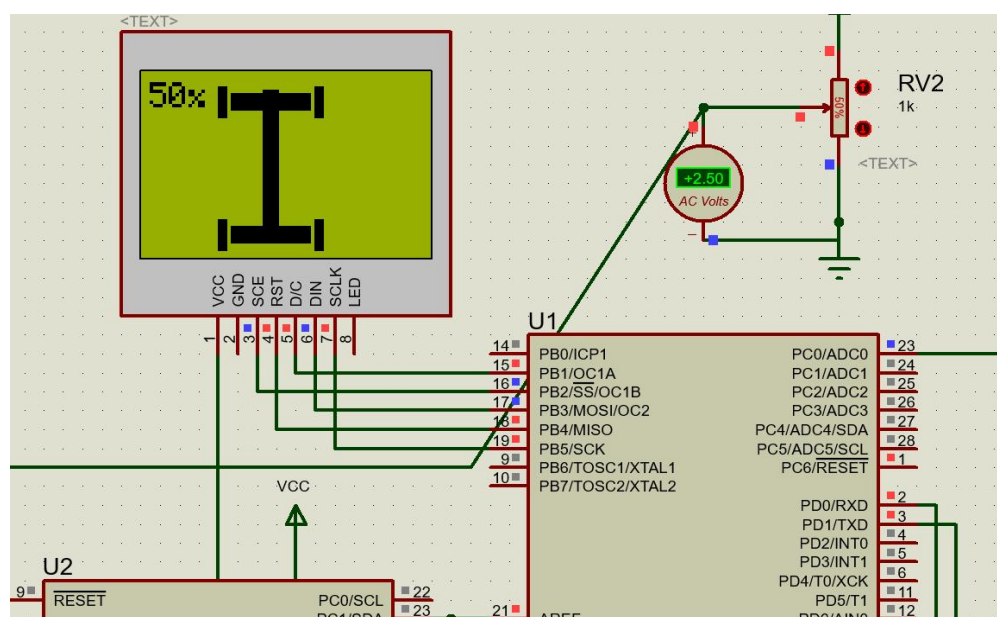


Рис. 3. Моделирование системы в среде Proteus

Из рисунка видно, что напряжение виртуального вольтметра равно 2.5В, которое генерируется датчиками уровня клиренса и должно находиться в диапазоне от 0В до 5В. На дисплее значение 50%, указывает на уровень клиренса, что так же пропорционально соответствует выходному напряжению датчика указанному выше.

Таким образом, с помощью микропроцессорной системы достигается максимально эффективное управление пневматической подвеской автомобиля. Такая система позволяет в реальном времени следить за состоянием пневматических элементов, например, показывать утечку воздуха в системе, а также регулировать жесткость подвески в зависимости от дорожного полотна, изменяя тем самым комфорт и поведение автомобиля во время движения.

### Список литературы

1. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. 4-е издание, стер. Додэка-XX1, 2008. – 558 с.
2. Хусаинов А.Ш. Эксплуатационные свойства автомобиля: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 109 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОИНЕРЦИОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ*****Каримов Р.Д.***

младший научный сотрудник кафедры электромеханики,  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Россия, г. Уфа

***Горбунов А.С.***

старший преподаватель кафедры электромеханики,  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Россия, г. Уфа

***Гусаков Д.В.***

ассистент кафедры электромеханики,  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Россия, г. Уфа

***Ямалов И.И.***

старший преподаватель кафедры электромеханики,  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Россия, г. Уфа

В статье исследована возможность создание термоинерционного магнитоэлектрического генератора, способного выдавать 0,5 МВт, при весе 14 кг, исследована максимальная длительность рабочего режима с учетом нагрева всех активных элементов.

*Ключевые слова:* импульсный генератор, термоинерционный генератор, постоянные магниты, высокотемпературный магнитоэлектрический генератор.

В настоящее время важной задачей для разработчиков электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ) является уменьшение массогабаритных размеров, при постоянной мощности. На данный момент достигнуты значения удельной мощности генераторов равные 0,13 кг/кВт [1]. При этом большинство реализуемых генераторов рассчитаны на недлительные режимы работы. Один из способов решения задачи увеличение удельной мощности – это использование термоинерционных генераторов (ТГ) [2].

Данный тип генераторов не обладает активной системой охлаждения, поэтому режим работы допустимый для него является кратковременным либо повторно-кратковременным, при условии, что во время остановки генератора, температура активных элементов охлаждается до температуры окружающей среды равной 20 °С.

Для исследования данного типа генератора, авторами была разработана компьютерная модель в программном комплексе *Ansys*, активная часть исследуемого ЭМПЭ представлена на рисунке 1.

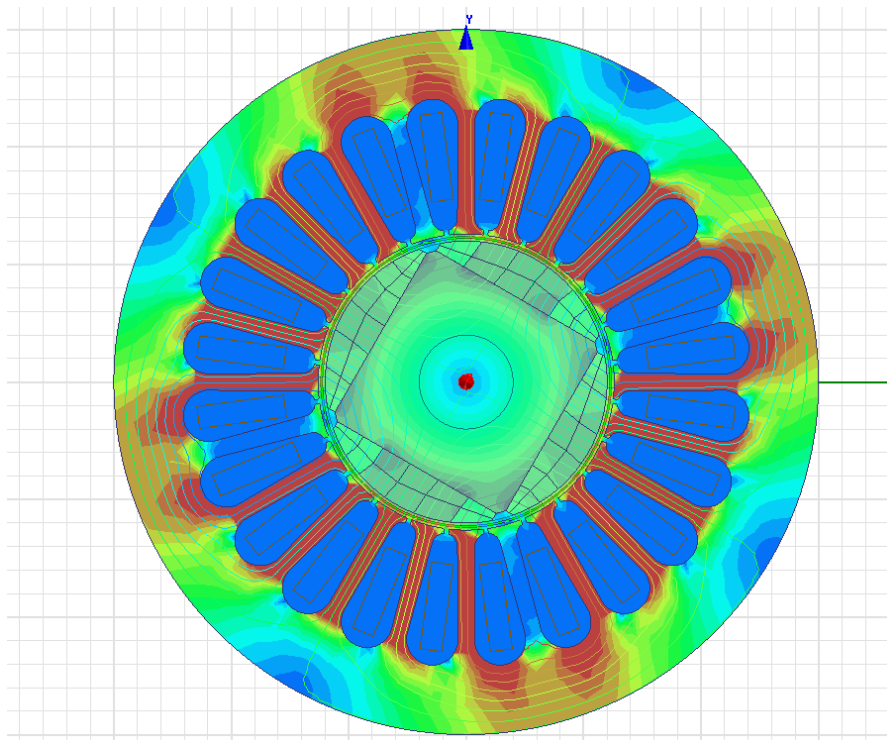


Рис. 1. Модель термоинерционного генератора в *Ansys*

Статор исследуемого ЭМПЭ имеет 24 паза, внешний диаметр равен 152 мм, Число витков в пазу равно 1, число витков в фазе 4, материал постоянных магнитов  $Sm2Co17$ , воздушный зазор 6 мм, активная длина 180 мм, вес активных материалов 14 кг.

При этом у данного генератора в режиме КЗ ток достигает 1200 А, а импульсная мощность составляет 0,5 МВт, при таком режиме работы происходит интенсивное выделение тепла с обмоток статора. Суммарные потери на обмотках составляли 85 кВт.

Максимальная длительность работы ограничивается допустимой температурой активных элементов. Вследствие большого воздушного зазора постоянные магниты нагреваются слабо, поэтому целесообразно провести исследование допустимого времени работы с учетом нагрева обмоток.

Исследование проводилось методом конечных элементов в программном комплексе *Ansys Icepak*, решалось уравнение тепловой конвекции Буссенеска с учетом теплопроводности всех материалов, а также учитывались все виды теплообмена.

В результате была получена тепловая карта активных материалов исследуемого ЭМПЭ, при этом допустимая длительность рабочего режима составила 180 секунд, по причине нагрева обмоток (рисунок 2, а) до критического значения 292 градуса, при допустимом значении изоляции в 300 градусов. ПМ нагрелись до значения в 79 градусов (рисунок 3, а), а магнитопровод статора прогрелся до 210 градусов (рисунок 2, б), вал ротора (рисунок 3, б) до 76 градусов.

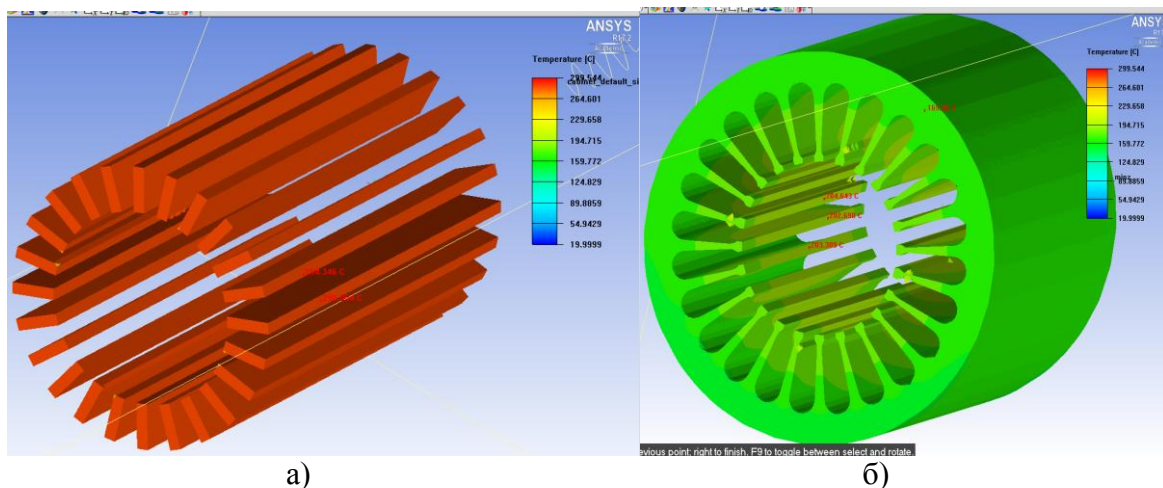


Рис. 2. Температура нагрева:  
а – обмоток; б – статора

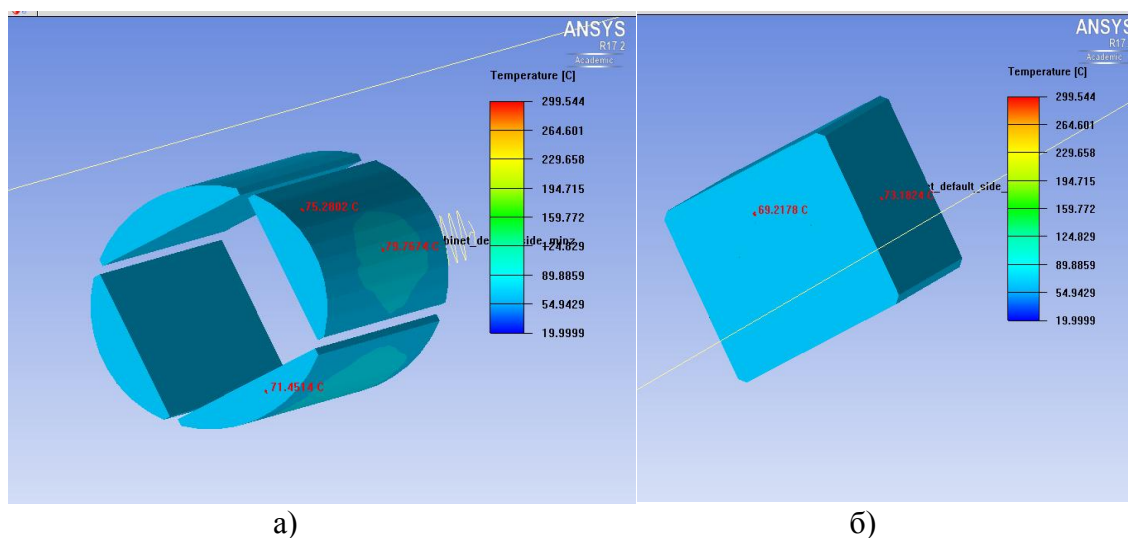


Рис. 3. Температура нагрева:  
а – постоянных магнитов; б – вала ротора

Согласно результатам исследования, доказана возможность создания термоинерционного генератора весом в 14 кг и мощность 0,5 МВт, с рабочим режимом равным 180 с.

*Работа выполнена при поддержке гранта НШ-6858.2016.8.*

#### Список литературы

1. Вавилов В.Е., Исмагилов Ф.Р., Хайруллин И.Х., Каримов Р.Д. Особенности проектирования высокооборотных электромеханических преобразователей энергии с высококоэрцитивными постоянными магнитами, работающих в кратковременном режиме // Известия вузов. Электромеханика. 2015 г. №6. С.45-53.
2. Особенности проектирования термоинерционных высокоскоростных магнитоэлектрических генераторов / С.В. Козырев, Н.Ю. Марков, А.М. Русаков, А.М. Сугробов, П.А. Тыричев // Тр. Московского энергетического института. 1987. С. 40-46.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ**

***Киреев И.Р.***

доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», канд. хим. наук,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
Россия, г. Уфа

***Гафарова Э.А.***

магистрант первого курса,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
Россия, г. Уфа

***Барахнина В.Б.***

доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», канд. техн. наук,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
Россия, г. Уфа

***Идрисова К.Р.***

доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», канд. техн. наук,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
Россия, г. Уфа

Статья поднимает актуальные вопросы безопасности при эксплуатации оборудования на автозаправочных станциях (АЗС). Безопасность напрямую связана с адекватной работой оборудования и со своевременным обнаружением неисправностей во время его эксплуатационного периода. В данном контексте наиболее важным проблемным вопросом является профилактика возможных неисправностей в работе оборудования и предотвращение аварийных ситуаций на АЗС. Целью работы является выявление наиболее распространенных видов неисправностей, которые могут привести к выводу оборудования из строя или к аварийной ситуации на АЗС и подбор инновационных технологий по их своевременному предотвращению. Значение безопасности на эксплуатируемых станциях, которые являются предприятиями повышенной опасности, имеет отношение не только к производственному процессу, но и к вопросам защиты окружающей среды. При этом основной задачей повышения уровня безопасности эксплуатируемой АЗС, является усовершенствование пожаровзрывобезопасности. В этом значительную роль могут сыграть внедрение современных инновационных технологий. Поскольку эксплуатация АЗС состоит из нескольких этапов и зависит не только от администрирования и внутренних регламентов, но и от федерального законодательства и поставщиков, процессы по внедрению инновационных изменений должны производиться в соответствии с нормативно-правовым регулированием эксплуатации оборудования.

Спецификация инженерно-проектной документации на внедрение изменений должна быть рассмотрена с точки зрения территориального размещения АЗС, с учетом близости к населенным пунктам, другим объектам повышенной опасности и экологически значимым территориям. Таким образом, можно сказать, что безопасность эксплуатации на АЗС состоит из трех основных составляющих: экологической, промышленной и социальной. При реализации эксплуатационного режима достижение задач по повышению и усовершенствованию обеспечения безопасности на АЗС осуществляется при помощи страте-



гических планов по модернизации и интеграции инновационных технологий в процесс производства.

*Ключевые слова:* безопасность, АЗС, экология, администрирование, станция, инновационные технологии, патент, эксплуатация оборудования, инженерные проекты, защита окружающей среды.

Систему безопасности эксплуатационных режимов на АЗС образуют три основные составляющие: промышленная, экологическая и социальная. К промышленной безопасности относятся: режимы эксплуатации, ремонта и хранения оборудования, соблюдение нормативно-правовых регуляторов при осуществлении промышленного производства, а также соблюдение определенных режимов обращения с химическими веществами и утилизация отходов производства [1, 2, 3, 4]. Экологической безопасностью эксплуатации АЗС являются механизмы формирования противодействия экологическим рискам, как потенциальным, так и реальным, возникающим в процессе эксплуатации. С одной стороны, основные риски в области обеспечения охраны окружающей среды связаны с волатильностью требований российского законодательства в данной области. С другой стороны, в отдельных регионах присутствия компаний, риск несоответствия процесса промышленного производства новым экологическим нормативам может потребовать дополнительных затрат на установку средств измерений, рынок которых в России ограничен [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Реализация технологических рисков, связанных с выходом из строя производственного оборудования, может привести к потенциальному загрязнению компонентов окружающей среды. Система риск-менеджмента, составной частью которой является управление промышленными, профессиональными и экологическими рисками, позволяет снижать возможность наступления таких рисков событий. Определение режимов социальной безопасности состоит в утверждении внутренних регламентов безопасности режимов труда, разработке правил и техники безопасности для работников и посетителей, поставщиков, а также в формировании системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Каждая из трех выше обозначенных составляющих имеет систему управления, целевой уровень, стратегическое планирование и поэтапную реализацию. Одной из наиболее актуальных проблем для соответствия всем составляющим является внедрение новых технологий, которые зачастую еще не апробированы на практике. Тем не менее, для того, чтобы станции соответствовали современным международным стандартам, необходимо проводить модернизацию производственных процессов. При этом необходимо, чтобы стратегии планирования безопасности при эксплуатации, а также при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ соответствовали единому режиму. В результате мониторинга компонентов природной среды в районе расположения транспортных терминалов анализируется состояние экологических объектов, расположенных на территории экосистем: заповедников, других охраняемых законом территорий. Важным направлением является

комплекс мероприятий, направленных на предотвращение несанкционированных криминальных врезок и диверсий. При обнаружении нарушений или несоответствия действующим нормам, осуществляется регламентируемый порядок действий, предусмотренных Правилами технической эксплуатации и другими нормативно-правовыми регуляторами [10, 11, 12].

Реализация инновационных проектов проводится в соответствии с перечисленными выше регуляторами. Так, например, технология градуировки резервуаров топлива на АЗС, предлагает способ определения градуированной характеристики резервуара путем построения аналитической математической модели зависимости объема заполнения резервуара от величины взлива и позволяет определить не только числовые коэффициенты модели, но и определить положение резервуара относительно плоскости горизонта, что учитывается в конечном итоге градуированной характеристикой резервуара [12, 13, 14]. При эксплуатации резервуара (цистерны) возможна деформация (усадка) фундамента, на который он уложен, а это приводит к необходимости корректировки градуированной таблицы с учетом отклонения базовых плоскостей резервуара, на фундамент, относительно горизонтальной плоскости. Способ составления градуированной таблицы резервуара позволяет учесть разные варианты калибровки в режиме слива топлива и его наполнения. Проблематика отсутствия в стране производства специализированных емкостей для хранения топлива на АЗС, в качестве хранилищ, как правило, используют железнодорожные цистерны, которые зачастую не имеют ни паспорта, ни калибровочной характеристики. Данная технология позволяет при помощи математической модели и градуированной таблицы с показателями измерений, учесть все отклонения от нормы, независимо от того, на каком грунте размещается цистерна. Подобные способы эксплуатации оборудования, с учетом инновационной составляющей, помогают повысить безопасность эксплуатации АЗС и способствуют профилактике техногенных катастроф.

Еще одной технологией, способствующей улучшению безопасного режима эксплуатации АЗС, является «Автозаправочная многотопливная станция», в котором предложен безопасный режим эксплуатации АЗС путем использования особого устройства, обеспечивающего своевременную автоматическую подачу и отключение электрических приводов оборудования [14]. Кроме того, разработана система вентиляции и орошения участка сжиженных газов. Пульт управления содержит блок автоматического регулирования, переключатель и реле, которые служат для автоматической подачи напряжения на приводы оборудования для закачки топлива в резервуар, а также для автоматического отключения приводов оборудования, предназначенной для выдачи топлива при наличии на платформе заправщика топлива, и автоматической подачи напряжения на оборудование выдачи топлива. Также производится и автоматическое выключение приводов оборудования для закачки топлива в резервуар при наличии на платформе заправляемого автомобиля. Реле при этом электрически связано с аварийными и пожарными датчиками с одновременной возможностью выключения системы вентиляции и системы орошения. Данная технология способствует повышению уровня взрывопожарной безопасности объекта.



Таким образом, внедрение рассмотренных технологий, способствует одновременно совершенствованию всех трех составляющих безопасной эксплуатации на АЗС: промышленной, с учетом улучшения после модернизации качественных характеристик самого оборудования; экологической – поскольку достигается высокий уровень профилактики взрывов и пожаров на АЗС; и социальной, так как сотрудники, работающие в режиме автоматизированной системы технологии градуировки резервуаров топлива, могут заменить применяемые на сегодняшний день механические средства проверки, автоматизированными системами, размещенные на персональном компьютере. При этом, просматривать все показатели, будет возможно на мониторах, а не проверять лично, при помощи подручных средств.

В результате сравнительного анализа рассматриваемых технологий, удалось выявить механизмы и критерии безопасной эксплуатации АЗС. Наличие системы регуляторов и управления промышленной, экологической и социальной безопасностью предполагают модернизацию существующего комплекса АЗС. Технологии сертифицированы на соответствие требованиям стандартов ISO 14001 и OHSAS 18001 [15].

Таким образом, был сделан вывод о том, что внедряемые в систему эксплуатации АЗС инновационные изменения, регулируются тремя основными направлениями нормативно-правового поля и приводятся в соответствие с международными нормами и стандартами. Они полностью отвечают актуальным запросам современности и способствуют совершенствованию системы безопасности на АЗС.

#### Список литературы

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"; URL: <http://www.consultant.ru/> Консультант плюс.
2. Бахтизин Р.Н., Радионова С.Г., Абдрахманов Н.Х., Киреев И.Р., Ерофеев В.В. Энциклопедия промышленной безопасности и охраны труда, Учебное пособие. Уфа: УГНТУ. 2016. 720 с.
3. Галлямова Э.И., Абдрахманов Н.Х. Оценка рисков как часть системы управления охраной труда, // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов (научная статья), Ассоциация «Башкирская Ассоциация Экспертов». Уфа, 2016. 32-36 с.
4. Матвеев В.П., Мельников В.В. Афанасьев Д.А., Доржиева О.А. Прогнозирование аварийных ситуаций в резервуарных парках на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса (статья), Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов, Ассоциация «Башкирская Ассоциация Экспертов». Уфа, 2015. 181-183 с.
5. Закирова З.А., Бердников Е.Г. Обеспечение безопасности эксплуатации АЗС (тезис). Сборник трудов «Материалы 55-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых». Уфа: УГНТУ. 2004. 320 с.
6. Кускильдин Р.А., Закирова З.А., Гизатуллин А.Р., Камалов И.А. Совершенствование образовательных технологий подготовки производственного персонала, Безопасность труда в промышленности. 2015. №6. С. 72.
7. Киреев И.Р., Закирова З.А. Определение концентрационных пределов распространения пламени по газо- и паровоздушным смесям, Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей Уфа: УГНТУ. 2012. 30 с.

8. Киреев И.Р., Закирова З.А., Жолобова Г.Н., Камалов И.А. Современные разработки, позволяющие повысить безопасность на взрыво-пожароопасных объектах (статья), Материалы научно-технической конференции. Сервисные услуги в добыче нефти. Уфа: УГНТУ. 2014. 505 с.

9. Правила технической эксплуатации автозаправочных станций (РД 153-39.2-080-01)" (утв. Приказом Минэнерго РФ от 01.08.2001 N 229) (ред. от 17.06.2003); URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200026364>.

10. Письмо Ростехнадзора от 02.06.2005 N11-12/1593 «О лицензировании автозаправочных станций»; Письмо Минрегиона РФ от 04.08.2009 N24611-ск/08 «О разъяснении вопросов, связанных со строительством АЗС и проведением государственной экспертизы проектной документации; URL:[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_58257](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58257)

11. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива». Серия 12. Выпуск 15. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2015. 32 с.

12. Кузнецов Н.П., Волохин А.В. Способ градуировки резервуаров топлива на автозаправочных станциях (АЗС). Патент № 2459184., URL: <http://allpatents.ru/patent/2459184>.

13. Плюхина Е.Е. Метод обнаружения несанкционированных врезок и диверсий на трубопроводах (статья) // Вестник ОГУ, – Оренбург: Библиотека ОГУ, 2011. – № 16(135).

14. Седов Р.Н. Автозаправочная многотопливная станция. Патент №2348554, URL: <http://bd.patent.su/2348000-2348999/pat/servlet/servlet091b.html> – М.: ФСИС, 2009.

15. Международный стандарт OHSAS 18001:2007. Система менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

## МЕХАТРОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ДАВЛЕНИЯ

**Кожухова А.В.**

доцент кафедры «Гидравлика, ГПА и ТП», к.т.н.,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Рамазанов К.Н.**

магистрант кафедры «Гидравлика, ГПА и ТП»,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматривается мехатронное устройство для поддержания давления в гидросистеме, описан принцип его работы, разработана технологическая модель и принцип работы с этим устройством SCADA системы и определения основных входных и выходных параметров системы.

*Ключевые слова:* мехатронное устройство, SCADA система, параметры системы, датчик давления, повышение и понижение давления.

Мехатронное устройство (МУ) используется для поддержания постоянного давления, компенсации температурных расширений, деаэрации и компенсации потерь теплоносителя в закрытых системах отопления или охлаждения.

МУ предназначена для нормализации давления в системе и нейтрализации повышения и понижения давления в пределах 1 бара. Система состоит из бака, который сообщается через мембрану с атмосферой, для удаления воздуха из перекачиваемой жидкости, насоса, электромагнитных клапанов, датчика давления и тензодатчика.

Датчик давления оценивает давление в системе, и по результатам показаний, запускает насос [1, с. 49]. Тензодатчик оценивает количество воды по ее массе в баке, и по результатам показаний открывает или закрывает электромагнитные клапаны.

Основными составными частями таких автоматических установок являются:

- Насос
- Мембранный бак (расширительный бак)
- Датчик давления в системе.
- Контроллер
- Соленоидные клапана открытия/закрытия патрубков к баку
- Обратный клапан
- Дренажный клапан – удаления избытка управления.
- Предохранительный клапан – трубопроводная арматура, предназначенная для защиты от механического разрушения сосудов и трубопроводов с избыточным давлением, путем автоматического выпуска избытка жидкой, паро- и газообразной среды из систем и сосудов с избыточным давлением при чрезмерном повышении давления [2, с. 96].

#### Спецификация

1. Насос
2. Обратный клапан
3. Датчик давления
4. Фильтр
5. Соленоидный клапан
6. Предохранительный клапан
7. Датчик уровня
8. Бак
9. Мембрана
10. Воздухоотводчик
11. Воздушная трубка
12. Регулятор уровня бака
13. Шланг высокого давления
14. Блок управления

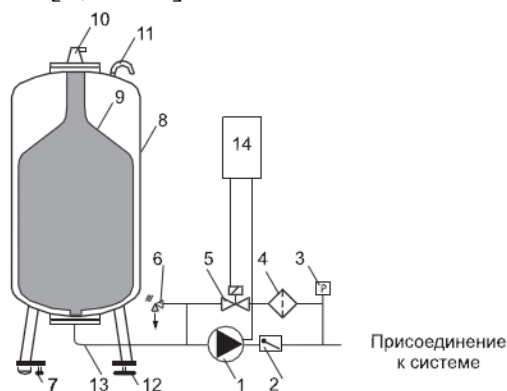


Рис. Структурная схема мехатронного устройства

Мехатронное устройство осуществляет регулировку давления в замкнутых системах отопления и кондиционирования, а также прием и хранение расширившегося объема воды [3, с. 64].

Такая установка поддержания давления состоит из следующих частей:

- Мембранный расширительный бак
- Узел регулирования давления
- Гибкий соединительный шланг

Вода и воздушная среда в баке разделены заменяемой мембраной из высококачественной бутиловой резины, которая характеризуется очень низкой газовой проницаемостью.

Мехатронное устройство принимает излишки воды из системы, которые образуются в результате температурного расширения. Кроме того, она поддерживает заданное давление системы в узком диапазоне (независимо от уровня жидкости).

Во время нагрева системы, вода в ней расширяется, что приводит к росту давления. Датчик давления фиксирует это повышение и посылает калиброванный сигнал на блок управления. Блок управления, который постоянно фиксирует значения уровня жидкости, открывает соленоидный клапан, через который излишки воды перетекают из системы в мембранный расширительный бак (давление в котором равно атмосферному). После достижения давления в системе установленного уровня, соленоидный клапан закрывается и перекрывает поток жидкости из системы в расширительный бак.

При охлаждении воды в системе ее объем уменьшается, вызывая падение давления. Если давление падает ниже установленного уровня, то блок управления включает насос. Насос работает до тех пор, пока давление в системе не поднимается до установленного уровня.

Постоянное отслеживание уровня воды в баке защищает насос от «сухого» хода, а также предохраняет бак от переполнения.

Установка позволяет присоединить узел пополнения утечек.

#### Список литературы

1. Кожухова А.В., Рамазанов К.Н., Савельев И.Е. Моделирование и исследование САУ насосной установки // Символ науки. 2016. № 3-3 (15). С. 48-53.
2. Кожухова А.В., Рамазанов К.Н. Применение ЧПР для повышения энергоэффективности насосной установки // Символ науки. 2016. № 11-3 (23). С. 95-97.
3. Кожухова А.В., Рамазанов К.Н. Разработка мехатронного устройства для поддержания постоянного давления, компенсации температурных расширений, деаэрации и компенсации потерь теплоносителя в закрытых системах отопления или охлаждения // Инновационная наука. 2016. №12-2. С. 63-66.

## УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБЛЕТА ЗАДАННОЙ ТЕРРИТОРИИ В ВОЗМУЩЕННОЙ СРЕДЕ

**Кочина Л.В.**

инженер-исследователь Института системного анализа,  
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»  
Российской академии наук, Россия, г. Москва

**Хачумов М.В.**

научный сотрудник, к.ф.-м.н., Институт системного анализа,  
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»  
Российской академии наук, Россия, г. Москва

В работе решается задача интеллектуального управления автономным летательным аппаратом для облета территории, заданной опорными точками, в условиях ветровой нагрузки. Планирование маршрута полета с возвратом в исходную точку рассматривается

как задача коммивояжера. Для решения задачи следования по заданному маршруту применяются стратегии поведения, реализуемые производственными правилами выбора углов ориентации и скоростей полета.

*Ключевые слова:* автономный летательный аппарат, интеллектуальное управление, правила управления, искусственная нейронная сеть, моделирование.

## Введение

Задача планирования оптимального маршрута для облета летательным аппаратом (ЛА) территории, заданной опорными точками, в реальном времени способствует снижению эксплуатационных затрат и представляет практический интерес [1]. В настоящей работе планирование маршрута полета с возвратом в исходную точку рассматривается как решение задачи коммивояжера на основе искусственной нейронной сети (ИНС) Кохонена. После того как маршрут движения ЛА рассчитан, необходимо решить задачу следования по нему с минимальными отклонениями. Желаемому решению задачи соответствует идеальное движение по маршруту некоторой точечной цели. Задача сводится к преследованию этой идеальной цели в условиях наличия помех в виде ветровой нагрузки [2].

## Постановка задачи

Пусть заданы  $n$  опорных точек  $(x_i, y_i, z_i), i = 1, \dots, n$  и известны расстояния между ними  $d_{ij} = d((x_i, y_i, z_i), (x_j, y_j, z_j))$ . Задача коммивояжера, заключается в отыскании самого короткого маршрута, проходящего через каждую из  $n$  точек по одному разу с последующим возвратом в исходную позицию [3]. Если ввести переменные:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если ЛА из точки } i \text{ движется в точку } j; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

то задача облета, для случая, когда траектория не замкнута (отсутствие цикличности), сводится к задаче о назначении и формулируется следующим образом:

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n d_{ij} x_{ij} \rightarrow \min; \quad \sum_{i=0}^n x_{ij} = 1, \forall j; \quad \sum_{j=0}^n x_{ij} = 1, \forall i.$$

В нашем случае траектория является замкнутой, т.е. нулевая и  $n$ -я точки совпадают и нумеруются как  $n$ . Требование цикличности:

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1, \quad j = 1, \dots, n; \quad i = 1, \dots, n; \quad i \neq j,$$

где  $u_i$  – номер шага, на котором посетили точку  $i$ .

Предлагается на первом этапе решать в реальном времени задачу выбора маршрута, а на втором – задачу его облета уже с учетом действующих случайных нагрузок и имеющейся математической модели летательного аппарата.

Пусть замкнутая траектория летательного аппарата  $p$  задана движением псевдообъекта  $C$ , называемого далее «цель», и представлена последова-

тельностью из  $n$  опорных точек  $(x_i, y_i, z_i), i = 1, \dots, n$ . Индексами  $p$  и  $c$  будем помечать переменные ЛА и цели, соответственно. Цель осуществляет простое движение между соседними точками смены направления с постоянной скоростью  $v_c$  и углами тангажа  $\theta_c$  и рыскания  $\psi_c$ , задающими ориентацию. ЛА преследует ее, руководствуясь выбранной стратегией и возможностями варьирования параметров управления. Известно желаемое время прохождения отдельных опорных точек  $t_{ci}, i = 1, \dots, n$ , и всего маршрута в целом  $T_c$ . В результате ветровой нагрузки возможно существенное отклонение летательного аппарата от своего маршрута. Направление ветра может быть как встречным, так и попутным в зависимости от фазы полета.

Ограничимся наличием у цели – одной скорости  $v_c$ , а у преследователя двух скоростей  $v_{p1} = v_c$ , и  $v_{p2} > v_c$ . Преследователю в момент времени  $t$  известны переменные, описывающие состояние цели.

Пусть  $X(t)$  и  $Y(t)$  – координаты ЛА и цели, а  $d(X(t), Y(t))$  – расстояние между ними в момент времени  $t$ . Задача заключается в построении такого управления  $U(t) = (v_p(t), \theta_p(t), \psi_p(t))$  на временном отрезке  $[0, T_p]$  при наличии возмущений, что  $\int_{t=0}^{T_p} d(X(t), Y(t)) dt \rightarrow \min$ .

Для решения поставленной задачи предлагаются стратегии, имитирующие действия пилота в условиях ветровых возмущений.

### **Выбор порядка облета точек летательным аппаратом**

Общая постановка задачи выбора оптимального маршрута облета точек относится к классу NP-сложных задач. Все точные алгоритмы фактически представляют собой оптимизированный полный перебор вариантов, что в случае ограничений на бортовые вычислители, является неприемлемым. Поэтому мы будем решать субоптимальную, т.е. приближенную задачу.

Для решения задачи коммивояжера на основе ИНС Кохонена введем предположение, что проекция трехмерной траектории на плоскость ХОУ сохраняет правильный порядок облета. Такая гипотеза вполне применима при отсутствии пересечений спроецированных траекторий и совпадений проекций точек, что часто выполняется в практически важных случаях. Таким образом, для решения задачи с помощью нейронной сети каждая из  $n$  опорных точек  $(x_i, y_i, z_i), i = 1, \dots, n$ , проецируется на плоскость и представляется как  $(x_i, y_i)$ . Далее решается плоская задача оптимального обхода точек. Применительно к задаче коммивояжера ИНС использует принцип отображения двумерного распределения  $n$  опорных точек (нейронов-кластеров) на одномерный кольцевой маршрут, предварительно заполненный равномерно распределенными вспомогательными точками. После завершения процесса обучения нейронной сети, положение кластера в маршруте определится положением его образа в кольцевом выходном слое. Использование ИНС Кохонена,

как и в случае использования других лучших приближенных методов оптимизации, требует вычислительных затрат, оцениваемых как  $n^2$ . Для решения задачи используется типовой алгоритм [4] настройки сетевой модели, который приводит к «вытягиванию» точек на окружность, центр и радиус которой подбираются экспериментально. Цикл обучения продолжается для всех элементов входного множества точек круга до достижения системой целевого состояния. В результате работы алгоритма получаем маршрут облета, который принимается за основу построения траектории полета.

#### **Управление траекторным движением ЛА, основанное на правилах**

В работе [5] представлена схема интеллектуальной системы управления автономным ЛА, в которой учтена модель ветровых возмущений и отмечена существенная роль выбора стратегий и правил управления на основе текущих данных о состояниях ЛА и цели. Приведем стратегии интеллектуального управления ЛА для облета точек по намеченному маршруту.

Стратегия 1 (стратегия движения по точкам) для ЛА заключается в коррекции движения по текущему отклонению от эталонной траектории следования цели. При этом должны быть пройдены все точки с минимальным отклонением по времени.

Стратегия 2 (стратегия сближения с целью) заключается в преследовании эталонной цели. Стратегия осуществляет параллельное сближение [6] ЛА с эталонной целью и предполагает вычисление углов преследования для прогнозирования места встречи с целью. Здесь точное прохождение летательного аппарата через опорные точки не требуется.

Применяется следующая группа продукционных правил.

*Правила замыкания.* Правила осуществляют вычисление и подготовку необходимых для последующих расчетов данных, доопределяющих текущее состояние объекта управления.

*Правила переходов.* Правила определяют переход системы в новое состояние в результате импульса управления с шагом  $\Delta t$ .

*Правила выбора цели.* Осуществляют выбор цели (стратегии) в зависимости от текущих параметров системы.

*Правила управления.* Правила осуществляют выбор из множества допустимых управлений в соответствии с выполнением текущей цели.

Указанные стратегии и правила легли в основу системы управления ЛА и были протестированы с помощью системы моделирования.

#### **Моделирование полета по заданному маршруту в неспокойной среде**

Проведем моделирование полета ЛА по маршруту, построенному нейронной сетью Кохонена, в условиях ветровой нагрузки с помощью программного обеспечения MATLAB и системы Simulink. В зависимости от фазы полета направление ветра может быть как встречным, так и попутным. На рисунке представлены траектории движения эталонной цели (светлая кривая) и преследователя (темная кривая).

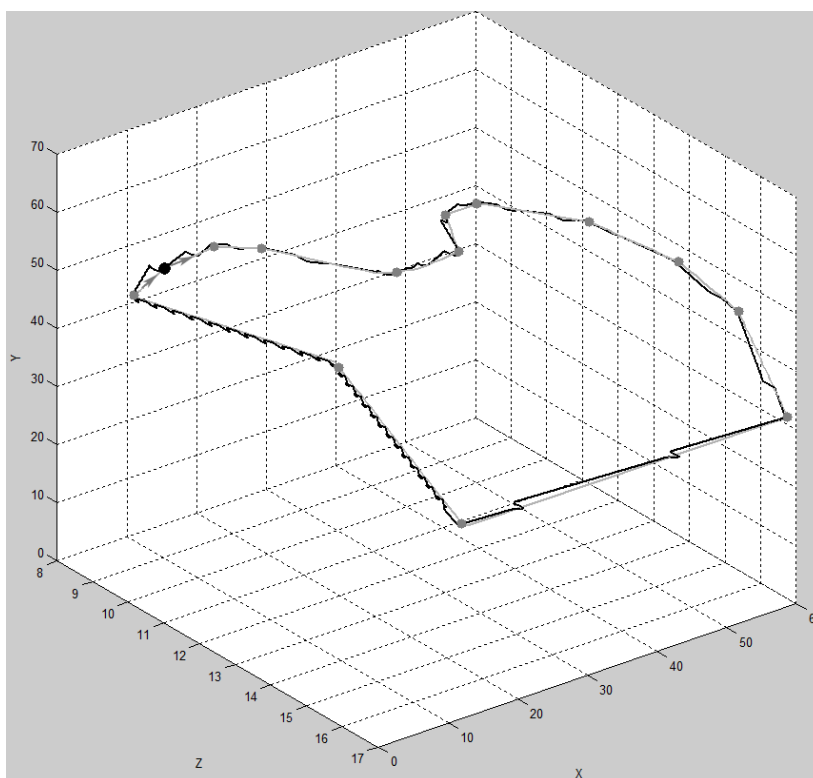


Рис. Траектории движения ЛА и эталонной цели

Из рисунка видно, что преследователь осуществляет логичные, с точки зрения человека, действия по сближению с целью, не сильно отклоняется от заданной траектории и завершает полет в первоначальной точке (выделена маркером).

### **Заключение**

В настоящей работе планирование маршрута движения БПЛА для облета территории, заданной опорными точками, рассматривается как решение задачи коммивояжера. Использование ИНС Кохонена позволяет получать приемлемое решение выбора маршрута для задач большой размерности в условиях дефицита времени и необходимости оперативных действий.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что предложенные стратегии и реализующие их правила, направленные на минимизацию рассогласования ЛА и идеальной цели, позволяют решать приближенную задачу облета заданных точек условиях ветровых возмущений и обрабатывать полетное задание.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-07-00925 А).*

### **Список литературы**

1. Хачумов В.М. Планирование траектории движения летательного аппарата // Искусственный интеллект и принятие решений. 2010. № 4. С. 70-76.
2. Абрамов Н.С., Макаров Д.А., Хачумов М.В. Управление пространственным движением летательного аппарата по заданному маршруту // Автоматика и телемеханика, 2015. № 6. С. 153-166.
3. Кузин Л.Т. Основы кибернетики. Т.1. Математические основы кибернетики. М.: Энергия, 1973. 504 с.



4. Хачумов М.В. Сетевая модель кластерного анализа // Прикладная физика и математика. 2013. № 5. С. 85-91.
5. Хачумов М.В. Решение задачи следования за целью автономным летательным аппаратом // Искусственный интеллект и принятие решений. 2015. № 2. С.45-52.
6. Петросян Л.А. Дифференциальные игры преследования. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1977. 224 с.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ 3D-ЗВУКОВИЗОРА ДЛЯ СЪЕМКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТЕНОК В МУТНОЙ ВОДЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННО-МЕХАНИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ С ДИСТАНЦИИ ДО 100 МЕТРОВ**

***Лекомцев В.Н.***

начальник отдела, кандидат технических наук,  
АО «Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева»,  
Россия, г. Москва

***Торгунаков А.В.***

научный сотрудник,  
АО «Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева»,  
Россия, г. Москва

***Титаренко Д.В.***

научный сотрудник,  
АО «Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева»,  
Россия, г. Москва

***Смирнов В.К.***

научный сотрудник,  
АО «Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева»,  
Россия, г. Москва

В статье рассматривается технология изготовления 3D-звукОВИЗОРОВ для съемки вертикальных стенок в мутной воде с применением электронно-механического сканирования, которая разработана в АО «Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева».

*Ключевые слова:* гидроакустика, гидротехнические сооружения, звукОВИЗОР, диаграмма направленности, акустическое изображение, гидроакустическая антенна, программное обеспечение.

Бурное развитие мировой экономики и потребность в энергоресурсах на рубеже XX и XXI веков привело к ускорению темпов освоения шельфовой зоны морей, океанов, внутренних водоемов с вовлечением их в сферу жизнедеятельности человека, что способствовало радикальному увеличению объемов строительства гидротехнических сооружений различного назначения.

Для их проектирования, строительства и эксплуатации потребовалось создать различные виды гидролокационных систем.

В настоящее время сформировался отдельный класс гидролокационных систем – звуковизоры [1, с. 288]. Отличительной особенностью 3D-звуковизора является то, что обзор пространства осуществляется по всем трём координатам [2, с. 82], и независимо от прозрачности воды можно получать высококачественное акустическое изображение исследуемых подводных объектов.

Сфера применения 3D-звуковизоров достаточно обширная. Так звуковизоры могут успешно применяться для выполнения следующих видов работ:

- инженерно-геологические изыскания;
- 3D обследование конструкций подводных частей инженерных гидросооружений (ГЭС, АЭС, мосты, причалы и т.д.);
- эксплуатационный контроль целостности и состояния морских буровых и добычных нефтегазовых комплексов.

В Российской Федерации (РФ) разработку и производство 3D-звуковизоров осуществляет АО «Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева» (АО «АКИН»). Среди зарубежных производителей следует отметить такие компании, как BlueView Technologies, Inc. (США), Coda Octopus Products Limited (США), Tritech International Ltd (Великобритания) и т.д.

В связи с введенными против РФ санкциями иностранные компании полностью прекратили поставку 3D-звуковизоров в Россию, поэтому особую значимость приобретает продвижение 3D-звуковизоров отечественной разработки на Российский рынок. Эффективность реализации данной задачи определяется технологией изготовления 3D-звуковизоров.

В настоящее время в АО «АКИН» разрабатывается 3D-звуковизор с применением электронно-механического сканирования для ТНПА (рисунок 1) со следующими техническими характеристиками (таблица).

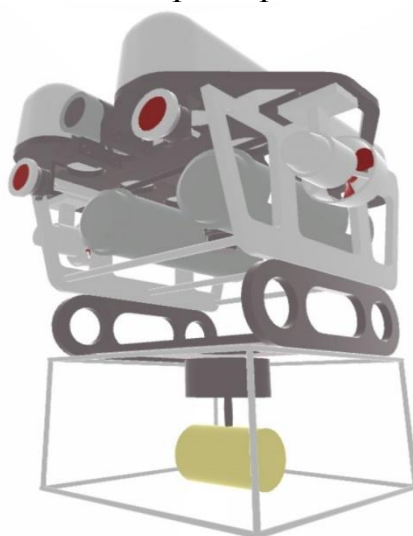


Рис. 1. 3D-звуковизор и его размещение на подводном телеуправляемом аппарате

Таблица

Технические характеристики 3D-звуковизора	
Рабочая частота, кГц	550
Дальность действия, м	100
Ширина сектора обзора в горизонтальной / вертикальной плоскости, град	360 / 60
Угловое разрешение в горизонтальной / вертикальной плоскости, град	1 / 1
Разрешение по дальности, см	2
Габаритные размеры, мм	Ø150 x 200
Вес в воздухе / воде, кгс	5 / 1
Максимальная рабочая глубина, м	500
Потребляемая мощность, Вт	20
Интерфейс	Ethernet

Описание технологии и обоснование выбранной конструкции 3D-звуковизора представлено ниже по тексту, а структурная схема представлена на рисунке 2.

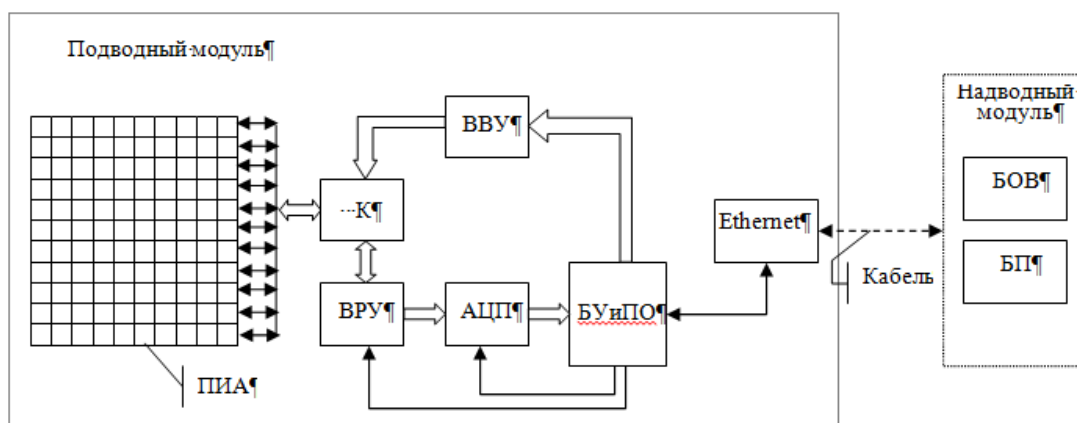


Рис. 2. Структурная схема 3D-звуковизора

3D-звуковизор состоит из подводного и надводного модулей и подводного кабеля. В состав подводного модуля входят приемно-излучающая антенна (ПИА), блок усилителей сигналов приемной антенны с временной регулировкой усиления (ВРУ), многоканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), блок высоковольтных усилителей (ВВУ) излучаемых сигналов и блок управления и предварительной обработки (БУиПО). В состав надводного модуля входят блок обработки и визуализации (БОВ) и блок питания (БП). Подводный кабель содержит токопроводящие витые пары для обеспечения обмена информацией между надводным и подводным модулями по стандарту Ethernet.

Формирование трехмерного кадра производится следующим образом. Блок управления в соответствии с текущим углом облучения в вертикальной плоскости формирует сигналы для каждого элемента приемно-излучающей антенны. В блоке ВВУ эти сигналы усиливаются до требуемого значения и подаются на элементы ПИА, которая формирует луч, узкий как в горизон-

тальной, так и в вертикальной плоскости. После облучения каждого направления сигналы с выхода элементов приемно-излучающей антенны усиливаются ВРУ, коэффициент усиления которого изменяется во времени таким образом, чтобы компенсировать естественное ослабление эхо-сигнала при удалении текущей дистанции его приема. Сигналы с выхода ВРУ оцифровываются и поступают в блок управления и первичной обработки. Первичная обработка включает цифровую фильтрацию и последующую децимацию. Обработанные сигналы через интерфейс Ethernet и подводный кабель передаются на надводный модуль.

Обработка сигналов, полученных после каждой посылки излучаемого сигнала, сводится в надводном модуле к формированию характеристики направленности (ХН) в направлении излучения и корреляционной обработке принятых сигналов с излученным.

Совокупность сформированных каналов для всех углов облучения образует двумерное пространство. За счет перемножения ХН антенны в режимах излучения и приема результирующая ХН антенны имеет чрезвычайно низкий уровень боковых лепестков, что обеспечивает высокое качество воспроизведения акустического изображения обследуемого объекта.

Сканирование пространства в горизонтальной плоскости осуществляется за счет прямолинейного или кругового движения ТНПА, несущего 3D-звуковизор. В качестве альтернативы ТНПА может быть использовано электронно-механическое поворотное устройство.

В зависимости от конкретной задачи освещения подводной обстановки в БУиПО реализуются различные варианты графического представления трехмерного изображения, в том числе:

- распределение мощности сигнала в координатах «угол приема – дистанция» для текущего угла в горизонтальной плоскости;
- просуммированный по дистанции сигнал в координатах «угол излучения – угол приема»;
- трехмерная поверхность, восстанавливаемая по совокупности оценок дистанции до точки с максимальным уровнем эхо-сигнала для всех углов приема и излучения;
- проекция трехмерного пространства полученных оценок мощности сигнала на плоскость, перпендикулярную произвольному направлению предполагаемого наблюдения. При вращении направления виртуального наблюдателя и одновременном отображении на двумерном экране получаемой проекции формируется объемное представление о наблюдаемом объекте.

Конструктивно подводный модуль будет выполнен в виде цилиндра. Приемно-излучающая антенна размещается на его поверхности и представляет собой набор линеек пьезоэлементов, вытянутых вдоль образующей цилиндра. Длина каждой линейки определяется требованием к угловой разрешающей способности звуковизора в горизонтальной плоскости. Ширина сектора на боковой поверхности цилиндра, в котором размещается ПИА, определяется требованием к угловой разрешающей способности звуковизора в

вертикальной плоскости. На задней крышке цилиндра устанавливается герморазъем для подключения подводного кабеля.

#### Список литературы

1. Гладилин А.В., Лекомцев В.М., Маргулис М.А., Торгунаков А.В., Титаренко Д.В. Комплексирование методов и средств обеспечения антитеррористической безопасности объектов гражданской инфраструктуры РФ со стороны акватории // Материалы конференции «Управление в морских и аэрокосмических системах», С-Пб. 2016. С 282-290.

2. Лекомцев В.М., Титаренко Д.В., Швед А.П. Цифровой звуковизор для реконструкции трёхмерного изображения подводных объектов // Сб. трудов XVIII сессии РАО. – М.: ГЕОС, 2006. – Т. 2. – С. 82-85.

## ПРОГРАММНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ВИДЕОПОТОКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

*Лычков И.И.*

ст. преподаватель кафедры информационных систем и телекоммуникаций,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

Существующие алгоритмы стабилизации видеопотока для получения надежных результатов при обработке видеопотока в реальном времени требует аппаратной реализации на ПЛИС или распараллеливания на графических процессорах, что усложняет их внедрение и увеличивает затраты на разработку. В настоящей работе предложен алгоритм стабилизации видеопотока на основе корреляции изображений, который позволяет обрабатывать видеопоток в реальном времени на процессоре общего назначения за счет сопоставления кадров в нескольких разрешениях и обеспечивает приемлемую точность стабилизации за счет вычисления векторной корреляции градиентов яркости по всем пикселям изображения.

*Ключевые слова:* стабилизация изображения, многомасштабная обработка, кросс-корреляция, фильтр Щаара, фильтр Гаусса.

Стабилизация видеопотока заключается в определении и компенсации смещения изображения на последовательных кадрах видеопотока. Стабилизация видеопотока актуальна для ведения фото- и видеосъемки с движущейся камеры, для отслеживания движущегося объекта в видеопотоке [4, с. 55], для определения собственной ориентации объекта в пространстве при агрегировании информации [2, с. 56] от видеокамеры, гироскопа, магнетометра и т. п.

В настоящее время задача стабилизации видеопотока успешно решается в цифровых фотоаппаратах и цифровых видеокамерах с использованием программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Однако разработка аппаратных модулей ПЛИС для реализации алгоритмов стабилизации видеопотока требует больших трудозатрат. В случаях, когда одна часть обработки выполняется на процессоре общего назначения, а другая часть на ПЛИС, интеграция аппаратных модулей в микропроцессорную систему требует разработки драйверов устройств, изучения особенностей функциониро-

вания ОС для встроенных систем. Все это увеличивает стоимость разработки и время выхода продукта на рынок.

Настоящая работа посвящена созданию алгоритма стабилизации видеопотока, позволяющего выполнять обработку видеопотока в реальном времени программным способом без использования аппаратных модулей ПЛИС и графических процессоров.

Существующие методы стабилизации видеопотока можно разделить на три группы: методы на основе характерных участков изображения [3, с. 512; 9, с. 66], методы на основе оптического потока [6, с. 2] и методы на основе корреляции [1, с. 58]. Методы на основе характерных участков изображения выделяют на исходном и смещенном изображениях характерные участки с помощью детекторов Harris, DoG, вычисляют для них дескрипторы SIFT, SURF, BRIEF отыскивают похожие участки на двух изображениях и строят ортогональное преобразование, совмещающее изображение по соответствующим участкам. К недостаткам этих методов можно отнести тот факт, что характерные участки не всегда могут быть надежно обнаружены, а их дескрипторы не всегда могут идентифицировать соответствующие участки в условиях шумов. Методы на основе корреляции учитывают все пиксели изображения и обладают высокой надежностью, однако они характеризуются большим объемом вычислений и требуют аппаратных ускорителей для обработки видеопотока в реальном времени.

Методы на основе оптического потока могут использовать плотный оптический поток или разряженный оптический поток для отдельных участков изображения в окрестности углов. Разряженный оптический поток [10, с. 3] требует выделения характерных участков изображения и характеризуется низкой надежностью в условиях шумов и взаимного перекрытия объектов. Плотный оптический поток обеспечивает высокую надежность стабилизации, но требует существенных вычислительных затрат и может обеспечить обработку видеопотока в реальном времени только при аппаратной реализации на ПЛИС [8, с. 1059].

Для преодоления указанных недостатков предлагается алгоритм стабилизации видеопотока на основе корреляции, который имеет следующие особенности:

- изображение обрабатывается последовательно в нескольких разрешениях: смещение изображения сначала оценивается для минимального разрешения, а затем, уточняется для больших разрешений, что позволяет сократить объем вычислений при расчете корреляции;

- корреляция изображений вычисляется не по яркостям пикселей, а по градиентам яркостей, что увеличивает чувствительность алгоритма к зонам на границах областей изображения и обеспечивает большую точность совмещения изображений;

- для градиентов яркости вычисляется векторная корреляция, которая объединяет в себе информацию о градиенте яркости по двум направлениям и дополнительно повышает точность совмещения изображений.

Исходными данными для обработки являются два полутоновых цифровых изображения  $I$  и  $J$  одинакового размера  $h \times w$  пикселей. Требуется найти угловое ( $\Delta\varphi$ ) и плоскопараллельное ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ) смещение изображения  $J$  относительно изображения  $I$ . Предполагается, что плоскопараллельное смещение не превосходит 10% от ширины изображения, то есть  $|\Delta x| \leq 0,1w$  и  $|\Delta y| \leq 0,1w$ . Рассмотрим основное содержание предложенного алгоритма стабилизации видеопотока по шагам.

Шаг 1. Для каждого исходного изображения вычисляется пирамида из  $L$  уровней посредством размытия исходного изображения гауссовым ядром  $5 \times 5$  и отбрасыванием четных строк и столбцов размытого изображения. Количество уровней  $L$  вычисляется из условия того, что предельное смещение изображения на последнем уровне не превосходит трёх пикселей:  $|\Delta x| \cdot 2^{-L} \leq 3$ .

Шаг 2. Текущий уровень пирамиды принимается равным  $l = L$ . Начальное смещение принимается равным нулю:  $\Delta x_L^0 = 0$ ,  $\Delta y_L^0 = 0$ .

Шаг 3. Вычисляются градиенты яркости  $I'_x$ ,  $I'_y$  и  $J'_x$ ,  $J'_y$  исходных изображений по оси абсцисс и ординат с помощью фильтра Щаара [5, с. 126].

Шаг 4. Вычисляется векторная корреляция между градиентами яркости изображений для смещений в диапазоне  $\Delta x \in [x_l^0 - 3; x_l^0 + 3]$ ,  $\Delta y \in [y_l^0 - 3; y_l^0 + 3]$  по формуле:

$$\rho_l(\Delta x, \Delta y) = \sum_{x=0}^{w-1} \sum_{y=0}^{h-1} (I'_x(x, y) \cdot J'_x(x + \Delta x, y + \Delta y) + I'_y(x, y) \cdot J'_y(x + \Delta x, y + \Delta y)),$$

здесь принято, что на изображении количество перепадов с темного на светлое равно количеству перепадов со светлого на темное, поэтому средние значения градиентов яркости близки к нулю.

Шаг 5. Смещение изображения для уровня  $l$  вычисляется по максимуму корреляции:

$$(\Delta x_l, \Delta y_l) = \arg \max \rho_l(\Delta x, \Delta y)$$

Шаг 6. Начальное приближение для следующего уровня принимается равным  $\Delta x_{l-1}^0 = 2 \cdot \Delta x_l$ ,  $\Delta y_{l-1}^0 = 2 \cdot \Delta y_l$ .

Далее шаги 3 – 6 повторяются для уровней  $l = (L - 1), \dots, 1, 0$ .

Итоговое смещение изображения  $J$  относительно изображения  $I$  принимается равным  $(\Delta x_0, \Delta y_0)$ .

Чтобы оценить угловое смещение между изображениями  $J$  и  $I$  для последнего уровня  $L$  пирамиды изображение  $J^L$  поворачивается на углы в диапазоне  $\pm 15^\circ$  с шагом  $2^\circ$  и отыскивается максимум корреляции  $\rho_l(\Delta x, \Delta y, \Delta\varphi)$  относительно трех аргументов  $(\Delta x_L, \Delta y_L, \Delta\varphi_L)$ . Для последнего уровня пирамиды изображение поворачивается на небольшие углы  $\pm 2^\circ$  с шагом  $0,25^\circ$  относительно  $\Delta\varphi_L$  для получения уточненного углового смещения  $\Delta\varphi_{L-1}$ .

Предложенный алгоритм был реализован программно на языке Си++. Для расчета пирамид и применения фильтра Щаара использовались функции открытой библиотеки OpenCV [7, с. 45].

Экспериментальное апробирование предложенного алгоритма стабилизации видеопотока проводилось на отдельных кадрах видеопотока в разрешении  $720 \times 576$ , полученного с борта беспилотного летательного аппарата. Примеры тестовых изображений  $I$  и  $J$  приведены на рис. 1 и 2. Изображение  $J$  имело плоскопараллельное смещение  $\Delta x = 100$ ,  $\Delta y = -92$  пикселей и было вручную повернуто на угол  $\Delta \varphi = 12,5^\circ$  относительно изображения  $I$ . Результат оценки углового и плоскопараллельного смещения изображения  $J$  относительно изображения  $I$  с помощью предложенного алгоритма для шести уровней пирамиды приведены в таблице. Погрешность определения плоскопараллельного смещения составила 3 пикселя по оси абсцисс и 1 пиксель по оси ординат, погрешность определения углового смещения составила  $0,5^\circ$ . Заметим, что уменьшение шага квантования при поиске углового смещения, а также использования уровней пирамиды ниже  $(L-1)$ -го уровня не позволило повысить точность оценки углового смещения изображений. Время выполнения программы на ЭВМ общего назначения (Intel Core2 2,83 ГГц) составило 56,6 мс, что соответствует скорости обработки 17 кадров в секунду.

На рисунках 3-6 показаны результаты вычисления кросс-корреляции двух изображений  $I$  и  $J$  (без ручного поворота), имеющих только плоскопараллельное смещение, четырьмя разными методами: корреляция по яркостям пикселей, скалярная корреляция по градиентам яркости по оси абсцисс, скалярная корреляция по градиентам яркости по оси ординат, векторная корреляция по градиентам яркости. Корреляция по градиентам яркости дает лучшую устойчивость стабилизации, поскольку она сосредотачивается на границах областей, которые содержат существенную информацию для совмещения изображений. Векторная корреляция дает наилучшую устойчивость стабилизации, поскольку она учитывает обе проекции градиентов яркости.



Рис. 1. Тестовое изображение  $I$



Рис. 2. Тестовое изображение  $J$



Таблица

Результаты обработки уровней пирамиды изображений  $I$  и  $J$ 

Уровень	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta \varphi$	$\rho_l(\Delta x, \Delta y, \Delta \varphi)$
6	-3	2	-13,0°	$6,8 \cdot 10^4$
5	-6	5	-12,0°	$2,2 \cdot 10^5$
4	-12	11	-12,0°	$5,7 \cdot 10^5$
3	-25	22	-12,0°	$1,5 \cdot 10^6$
2	-51	45	-12,0°	$3,5 \cdot 10^6$
1	-103	91	-12,0°	$8,4 \cdot 10^6$



Рис. 3. Кросс-корреляция по значениям яркости



Рис. 4. Кросс-корреляция по абсциссам градиентов яркости

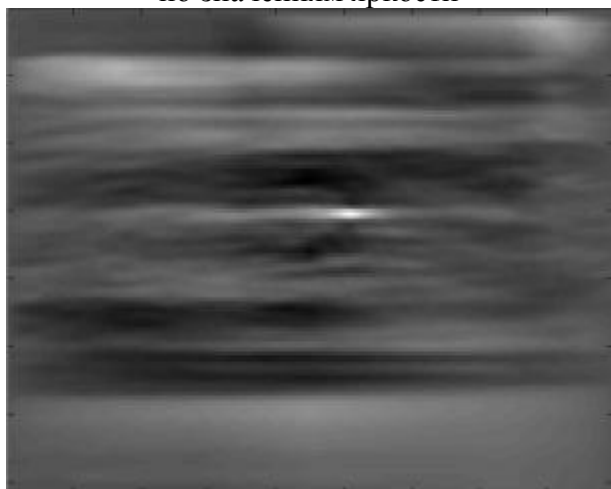


Рис. 5. Кросс-корреляция по ординатам градиентов яркости

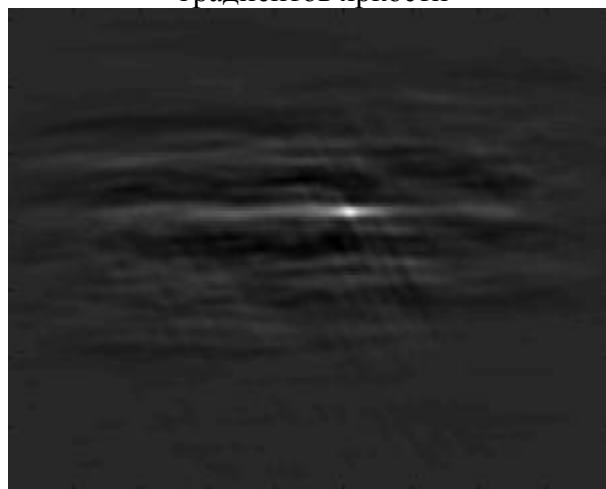


Рис. 6. Кросс-корреляция по обеим проекциям градиентов яркости

В настоящей работе предложен алгоритм стабилизации видеопотока на основе векторной корреляции градиентов яркости кадров видеопотока. Предложенный алгоритм обеспечивает обработку видеопотока телевизионного стандарта PAL в реальном времени на ЭВМ общего назначения без использования аппаратных ускорителей за счет обработки кадров видеопотока в нескольких разрешениях.

*Работа выполнена в рамках НИР Госзадание № 2.5048.2017/БЧ.*

**Список литературы**

1. Алгоритм сопоставления изображений на основе скользящих гистограмм направленных градиентов / Д. Мирамонте-Харамилло, В.Х. Диас-Рамирес, В.И. Кобер, В.Н. Карнауков // Информационные процессы. 2014. Т. 14, № 1. С. 56-63.
2. Сакулин С.А., Алфимцев А.Н. К вопросу о практическом применении нечетких мер и интеграла Шоке // Инженерный журнал: наука и инновации. 2012. Т. 1, № 1. С. 55-63.
3. Alahi A., Ortiz R., Vanderghenst P. FREAK: Fast retina keypoint // IEEE conference on Computer vision and pattern recognition. 2012. P. 510-517.
4. Development of concurrent object-oriented logic programming system to intelligent monitoring of anomalous human activities / A.A. Morozov, A.F. Polupanov, V.E. Antciperov, A. Vaish, I.I. Lychkov, A.N. Alfimtsev, V.V. Deviatkov // BIODEVICES 2014 – 7th Int. Conference on Biomedical Electronics and Devices, Proceedings; Part of 7th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, BIOSTEC 2014. 2014. С. 53-62.
5. Jähne B., Schar H., Körkel S. Principles of filter design // Handbook of Computer Vision and Applications. Academic Press, 1999. Vol. 2. P. 125-151.
6. Jiang L. Liu T. CS6320 Final Project: Image Sequence Stabilization with Optical Flow. Technical Report. 2012. 7 p.
7. Laganière R. OpenCV Computer Vision Application Programming Cookbook Second Edition. Packt Publishing Ltd, 2014. 374 p.
8. Parallel architecture for hierarchical optical flow estimation based on FPGA / F. Barranco, M. Tomasi, J. Diaz, M. Vanegas, E. Ros // IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems. 2012. Vol. 20(6). P. 1058-1067.
9. Real-time optical image stabilization using high frame rate video sequence at 500 fps / S. Raut, Q. Gu, T. Aoyama, T. Takaki. I. Ishii // Proceedings of the 2015 Conference on Advances In Robotics. 2015. P. 66.
10. Zhang F., Gao Y., Bakos, J.D. Lucas-Kanade optical flow estimation on the TI C66x digital signal processor // High Performance Extreme Computing Conference (HPEC). 2014. P. 1-6.

**ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ МАРШРУТНЫХ ТАКСИ  
ПО ЗАЯВКАМ (DIAL-A-RIDE) В ГОРОДЕ ТАГАНРОГЕ**

*Мавринская А.Е.*

студентка кафедры организации перевозок и дорожного движения,  
Академия строительства и архитектуры, Донской государственной  
технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматривается процесс организации работы маршрутных такси в городе Таганроге, с использованием системы dial-a-ride (такси по заявкам), а также проводится анализ пассажиропотока и подвижного состава пассажирского транспорта по городу.

*Ключевые слова:* организации работы, такси, dial-a-ride, пассажирский транспорт, Таганрог.

В современных условиях решение транспортных и логистических проблем крупных городов может быть получено только на базе развития общественного транспорта. Возросшие требования пассажиров к качеству, скорости и надежности обслуживания привели к поискам путей совершенствова-

ния перевозок пассажиров в населённых пунктах. В качестве одного из путей решения такой проблемы обозначилась система перевозок пассажиров маршрутными такси по заявкам (Dial-a-ride). Данная система рассматривается как дополнение к существующим системам городских пассажирских перевозок [1].

Организация работы маршрутных такси по заявкам с точки зрения логистики пассажирских перевозок наиболее эффективна в небольших городах с населением от 50 тысяч жителей, а также в удаленных от центра районах крупных городов.

В рамках данной статьи рассматривается задача организации работы маршрутных такси по заявкам (Dial-a-ride) в городе Таганроге.

При организации маршрутных таксомоторных перевозок обеспечивается рациональное сочетание удобств, свойственных такси, с экономичностью перевозок в автобусном сообщении. Одновременное обслуживание небольшой группы людей позволяет, с одной стороны, обеспечить высокую комфортабельность поездок, частично учесть индивидуальные требования пассажиров, повысить скорость сообщения, а с другой стороны, значительно сократить (по сравнению с такси) стоимость проезда.

Организация обслуживания маршрутными такси по заявкам должна обеспечивать надежную работу автомобилей, под которой следует понимать гарантированное время подачи автомобиля при заданной вероятности удовлетворения заявок. Отклонения от условленного времени подачи автомобиля должны быть не более 5 мин. для 95% пассажиров, вероятность удовлетворения поступающих заявок 90%.

Для надежного функционирования перевозочного процесса необходимо:

- систематическая корректировка основных параметров транспортного процесса (число маршрутных такси, количество заездов, ширина полосы обслуживания и др.) в соответствии с динамикой изменения спроса;
- иметь в распоряжении диспетчера резерв подвижного состава. Автомобили, закрепленные за маршрутом, могут быть переключены диспетчером на другие маршруты [4].

Стоимость проезда в маршрутных такси по заявкам устанавливается в соответствии с действующими тарифами.

Транспорт города Таганрог представлен трамваями, троллейбусами, автобусами и маршрутными такси. В настоящее время в городе Таганроге осуществляются регулярные перевозки пассажиров и багажа транспортом общего пользования в количестве 430 единиц подвижного состава по 59 маршрутам города.

В городе было выделено 5 областей обслуживания маршрутными такси по заявкам, которые находятся на периферии и удалены от центра и других важных объектов.

С помощью модуля ArcGIS Network Analyst было выполнено моделирование и оптимизация маршрута для сбора пассажиров сделавших заявку.

После определения оптимального маршрута сбора пассажиров был сформирован путевой лист [3].

По результатам моделирования можно прогнозировать, что время движения от начального до конечного пункта с учетом сбора пассажиров составит 28 минут, а общий пробег за рейс 10,1 км.

Если учесть, что маршрутные такси по заявкам имеют фиксированные маршруты идентичные существующим, то экономический эффект от их использования будет положительным. Но необходимо учитывать, что пробег микроавтобуса, работающего на маршруте по заявкам будет больше чем у обычного маршрута, как следствие эксплуатационные расходы будут выше. Повышение эксплуатационных расходов необходимо компенсировать повышением тарифа за проезд на маршрутных такси по заявкам. Кроме того, при внедрении новой системы появятся капитальные затраты на создание диспетчерского центра обработки заявок и его оборудования.

Поскольку число рейсов за сутки для маршрутных такси по заявкам на начальном этапе тяжело спрогнозировать, принимаем этот показатель с допущением, что на каждом маршруте будет работать по одному автобусу, и каждый автобус за 1 час будет выполнять 1 оборотный рейс по заявкам. В течение суток автобус выполнит 12 оборотных рейсов. В день будет перевезено 360 пассажиров, а в год 131400 пассажиров [2].

Определим экономический эффект для предлагаемых маршрутов. Поскольку число рейсов за сутки для маршрутных такси по заявкам на начальном этапе тяжело спрогнозировать, принимаем этот показатель с допущением, что на каждом маршруте будет работать по одному автобусу, и каждый автобус за 1 час будет выполнять 1 оборотный рейс по заявкам. В течение суток автобус выполнит 12 оборотных рейсов.

Город Таганрог относится к крупным городам Российской Федерации с населением более 250 тыс. человек и имеет высокий показатель использования жителями транспортных средств общего пользования. Анализ функционирования городского пассажирского транспорта показал возможность улучшить качество обслуживания для удаленных от центра районов города [4].

Основными факторами, определяющими уровень обслуживания пассажиров, являются: комфортабельность проезда, скорость сообщения, степень учета индивидуальных требований пассажиров по выбору пути следования, мест посадки и высадки, времени выполнения поездки.

#### Список литературы

1. Логистика: общественный пассажирский транспорт: Учебник для студентов экономических вузов / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 224 с.
2. Официальный портал администрации города Таганрога [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://tagancity.ru/uploads/documents/news/2016//marshrutki.pdf>
3. Dial-A-Ride Users Guide for the City of Fort Collins [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://www.ridetransfort.com/img/site\\_specific/uploads/2012\\_DAR\\_Users\\_Guide\\_-\\_Final.pdf](http://www.ridetransfort.com/img/site_specific/uploads/2012_DAR_Users_Guide_-_Final.pdf)
4. Dial-a-Ride – Transport for London [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://tfl.gov.uk/modes/dial-a-ride/>

## **ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНО БЕЗОПАСНЫХ РАССТОЯНИЙ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА ДО ОБЪЕКТОВ С ПРИСУТСТВИЕМ ЛЮДЕЙ**

**Мажитова А.Р.**

магистрант кафедры «ПБ и ОТ»,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
Россия, г. Уфа

**Бахонина Е.И.**

доцент кафедры «ПБ и ОТ», канд. техн. наук,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
Россия, г. Уфа

В данной статье рассмотрены методические подходы к вопросам определения минимально безопасного расстояния магистральных нефтепроводов до объектов с присутствием людей.

*Ключевые слова:* магистральные трубопроводы, риск аварии, безопасные расстояния, экологические оценка риска аварии, аварийные проливы.

Системы магистральных нефтепроводов являются одними из важнейших элементов экономики страны, обеспечивающими практически все отрасли промышленности сырьем, топливом, энергией. Трубопроводные системы находят широкое применение практически во всех отраслях промышленности. В то же время магистральные трубопроводы являются источником опасности для тех регионов, где они проходят [2].

Важным условием обеспечения промышленной и пожарной безопасности является установление минимальных безопасных расстояний между источниками аварий и соседними сооружениями.

Требования к обоснованию минимальных безопасных расстояний, в том числе на основе моделирования и расчета последствий аварий, содержатся в ряде нормативных правовых документов [3, 14, 15].

Статистика показывает, что аварии с человеческими жертвами на МТ редки [4], однако в условиях их прокладки вблизи населенных пунктов, объектов производственной и транспортной инфраструктуры не исключена возможность поражения людей при аварии, поэтому особенно актуальна задача определения минимальных безопасных расстояний в связи с развитием системы магистральных трубопроводов (МТ) [11].

Методические подходы к установлению минимальных безопасных расстояний условно можно разделить на три направления, основанные на использовании: фактических данных о зафиксированных при авариях зонах по-

ражения («апостериорный» подход); расчетов максимальных размеров зон поражения; количественной оценки риска (КОР) аварий [9,6].

В первом подходе используются статистические данные случившихся аварий и на их основе строится достоверность данных, во втором на расчете и моделировании последствий аварий с наиболее протяженными зонами поражения, в третьем на учете вероятности возникновения аварии с определенными последствиями и использовании критериев приемлемого (допустимого) риска [8]. В любом из этих подходов могут использоваться «коэффициенты запаса», компенсирующие неполноту существующих знаний и представлений. Коэффициент запаса – величина, показывающая способность конструкции выдерживать прилагаемые к ней нагрузки выше расчётных. Наличие запаса прочности обеспечивает дополнительную надёжность конструкции, чтобы избежать катастрофы в случае возможных ошибок проектирования, изготовления или эксплуатации [7].

Самым распространенным и устоявшимся способом является определение безопасности исходя из опыта происшедших аварий на аналогичных объектах. Данный способ не учитывает всех особенностей, таких как рельеф местности, технологические параметры трубопровода, характеристики перекачиваемого продукта, метеоусловий и т.д. Но в данном случае много статистической информации о авариях не требуется и это является одним из плюсов подхода и как правило, минимальные безопасные расстояния принимаются эквивалентными максимальным наблюдавшимся зонам поражения [5].

Этот подход частично (совместно с моделированием последствий) реализован в СНиП 2.05.06-85 «Магистральные трубопроводы» [12].

Опыт аварии под Уфой в 1989 г. обозначил повышенную опасность выбросов сжиженных углеводородных газов (СУГ), связанную с мгновенным вскипанием перегретых жидкостей и образованием протяженных облаков тяжелых газов, способных распространяться у поверхности земли с сохранением способности к воспламенению на расстоянии в несколько километров [1, 13]. Следствие этой катастрофы – десятикратное увеличение нормативных значений безопасных расстояний от МТ СУГ до объектов с присутствием людей.

Второй подход – это расчет зон поражения при максимальной гипотетической аварии (МГА) с рассмотрением конкретного участка трубопровода (профиль трассы, задвижки и т.д.), свойств транспортируемых углеводородов, технологических параметров перекачки, условий окружающей среды и действий по локализации и ликвидации аварии [13]. «Коэффициент запаса» в данном подходе заложен лишь в допущениях и предположениях о возникновении и развитии аварии и определяется степенью пессимистичности при выборе рассчитываемого сценария МГА. Степень пессимистичности предполагает выбор наихудшего варианта развития аварийной ситуации.

Расчет зон поражения при максимальной гипотетической аварии – данный детерминистский подход основан на расчете сценария с полным разрушением МТ и максимальной дальностью распространения поражающих факторов при аварийных выбросах опасных веществ, что не позволяет обосновывать минимальные безопасные расстояния.

Третий способ обоснования минимальных безопасных расстояний основан на использовании количественной оценки риска (КОР). Расчет вариантов выброса ведется для всего диапазона размеров дефектных отверстий (от свища до гильотинного разрыва трубопровода) и все возможные исходы аварий на основе дерева событий. При моделировании распределения в пространстве зон действия поражающих факторов учитываются вероятность возникновения аварии и условная вероятность развития аварии по тому или иному сценарию. В качестве безопасного принимается расстояние, на котором рассчитанное значение потенциального риска гибели человека не превышает уровня, заданного в качестве допустимого [13]. Данный подход требует большого объема статистической информации и исходных данных, так же возникают трудности в обосновании критериев приемлемости,

Расчеты минимальных безопасных расстояний с использованием методологии количественного анализа риска аварий показывают, что для современных продуктопроводов СУГ размеры аварийно-опасных зон для пребывания людей не превышают 1,4 км, тогда как детерминистские расчеты дают оценку размеров зон смертельного поражения до 2,4 км. Соотношения размеров зон, рассчитанных по разным подходам, зависят от вероятности возникновения аварии, рассматриваемой в качестве МГА [9,6]. Размер зон поражения и тяжесть последствий при авариях на МТ, определяющие минимальные безопасные расстояния, связаны с технологическими параметрами трубопровода (диаметр, давление), характеристиками перекачиваемого продукта, агрегатным состоянием в трубопроводе (газ, жидкость, в том числе сжиженный газ); особенностями окружающей местности (рельеф); метеоусловиями; уязвимостью объектов воздействия (наличие селитебных зон, производственных объектов, транспортной инфраструктуры); эффективностью системы обнаружения и ликвидации утечки, действий персонала. Отметим, что значимость указанных факторов зависит от вида МТ (МГ, МН или МТ СУГ) [8].

Таким образом, применение КОР позволяет рассчитать аварийно-опасные зоны и минимально безопасные расстояния, дает полную картину вариантов развития аварийных ситуаций с учетом вероятности возникновения событий.

## Список литературы

1. Бесчастнов М.В. Оценка опасности перегретых жидкостей в трубопроводных системах большой протяженности // Безопасность труда в промышленности. 2014. № 12. С. 19-24.
2. Козлятин А.М. Количественный анализ риска возможных разливов нефти и нефтепродуктов // Управление промышленной и экологической безопасностью производственных объектов на основе риска: Междунар. науч. сб. Саратов: СГТУ.2015.С. 135-165.
3. Козлитин А.М. Методика определения экологических рисков аварий на магистральных трубопроводах / А.М. Козлитин, А.З. Попов, П.А. Козлитин // Научные аспекты экологических проблем России: тр. Всерос. конф.: в 2 т. М: Наука, 2002. Т.2. С. 332-337.
4. Козлитин А.М. Методы анализа риска разливов нефти на объектах нефтедобычи // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. 2013. №.2. С. 44-51.
5. Лисанов М.З., Савина А.В., Дегтярев Д.В., Самусева Е.А. Анализ российских и зарубежных данных по аварийности на объектах трубопроводного транспорта // Безопасность труда в промышленности. 2014. № 7. С. 16-22.
6. Лисанов М.З., Сумской С.И., Савина А.В. Анализ риска магистральных нефтепроводов при обосновании проектных решений, компенсирующих отступления от действующих требований безопасности // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 3. С. 58-66.
7. Железное дерево – Излучение. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2008. – С. 256. – (Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю.С. Осипов ; 2004, т. 10). – ISBN 978-5-85270-341-5.
8. Савина А.З., Сумской С.З., Лисанов М.В. Анализ риска аварий на магистральных трубопроводах при обосновании минимальных безопасных расстояний // Безопасность труда в промышленности. 2012. №3. С.58-63.
9. Сумской С.З., Пчельников А.З., Шанина Е.Л. Анализ риска аварий на магистральном трубопроводе, транспортирующем широкую фракцию легких углеводородов // Безопасность труда в промышленности. 2014. № 2. С. 48-52.
10. ПБ 09-54003. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Сер. 9. Вып. 11. М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2013. 112 с.
11. ПБ 09-56603. Правила безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей под давлением. Сер. 9. Вып. 18. М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2015. 76 с.
12. СНиП 2.05.0685\*. Магистральные трубопроводы. М.: Госстрой, 2012.
13. СТО Газпром 2-2.3-3512009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром».
14. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о 114 безопасности зданий и сооружений» // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2010. – № 1. – Ст. 5.
15. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2008. – № 30. – Ст. 3579.



## СРАВНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ АРХИТЕКТУР КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Мачулко О.И.*

магистрант кафедры информационных систем,  
Московский государственный технологический университет «Станкин»,  
Россия, г. Москва

В статье проводится сравнение четырёх методологий построения архитектур корпоративных информационных систем: структура Захмана для архитектуры предприятий, TOGAF (The Open Group Architecture Framework), архитектура федеральной организации, методология Gartner.

*Ключевые слова:* методология, архитектура предприятия, корпоративные информационные системы, таксономия, эталонная модель.

Архитектура предприятия является способом объединения и синхронизации функциональных и бизнес-потребностей организаций с внедрением информационных технологий. В концепцию архитектуры предприятия входят такие аспекты, как бизнес-архитектура, архитектура информации, архитектура прикладных систем и технологическая архитектура. В большинстве случаев используется одна из следующих методологий: Модель Захмана, TOGAF, архитектура федеральной организации (FEA) или методология Gartner.

Модель Захмана основана на дисциплине классической архитектуры и обеспечивает общий словарь и набор перспектив или структур, для описания современных сложных корпоративных систем. Дж. Захман определил архитектуру предприятия как «набор описательных моделей, которые применимы для описания предприятия в соответствии с требованиями управленческого персонала и которые могут развиваться в течение определенного периода» [1].

TOGAF – структура архитектуры The Open Group. Включает в себя архитектуру бизнеса, приложений, данных и технологическую архитектуру. В модели TOGAF самым важным компонентом является методика разработки архитектуры и она может рассматриваться как архитектурный процесс [2].

Архитектура федеральной организации (FEA) включает в себя: точку зрения, с которой будет рассматриваться архитектура предприятия; набор эталонных моделей, описывающих различные точки зрения на архитектуру предприятия (модель бизнеса, модель обслуживания, технологическая модель, модель данных, модель компонентов); процесс создания архитектуры предприятия; процесс перехода от парадигмы до создания архитектуры предприятия, к новой, после создания; таксономию для классификации акти-

вов и методику для оценки успешности использования архитектуры предприятия в качестве средства увеличения ценности бизнеса [3].

Методология Gartner является набором практических рекомендаций и призвана объединять владельцев бизнеса, ИТ-специалистов и специалистов по внедрению технологий. Её успех оценивается по доходности бизнеса и другим прагматичным оценкам [4].

Ниже представлена функциональная модель оценки методологий построения архитектуры корпоративных информационных систем [5, 6].

Ни одна методология не является полной, у каждой есть свои достоинства и недостатки. Они значительно отличаются друг от друга как по подходам, так и по целям, но при этом могут хорошо дополнять друг друга.

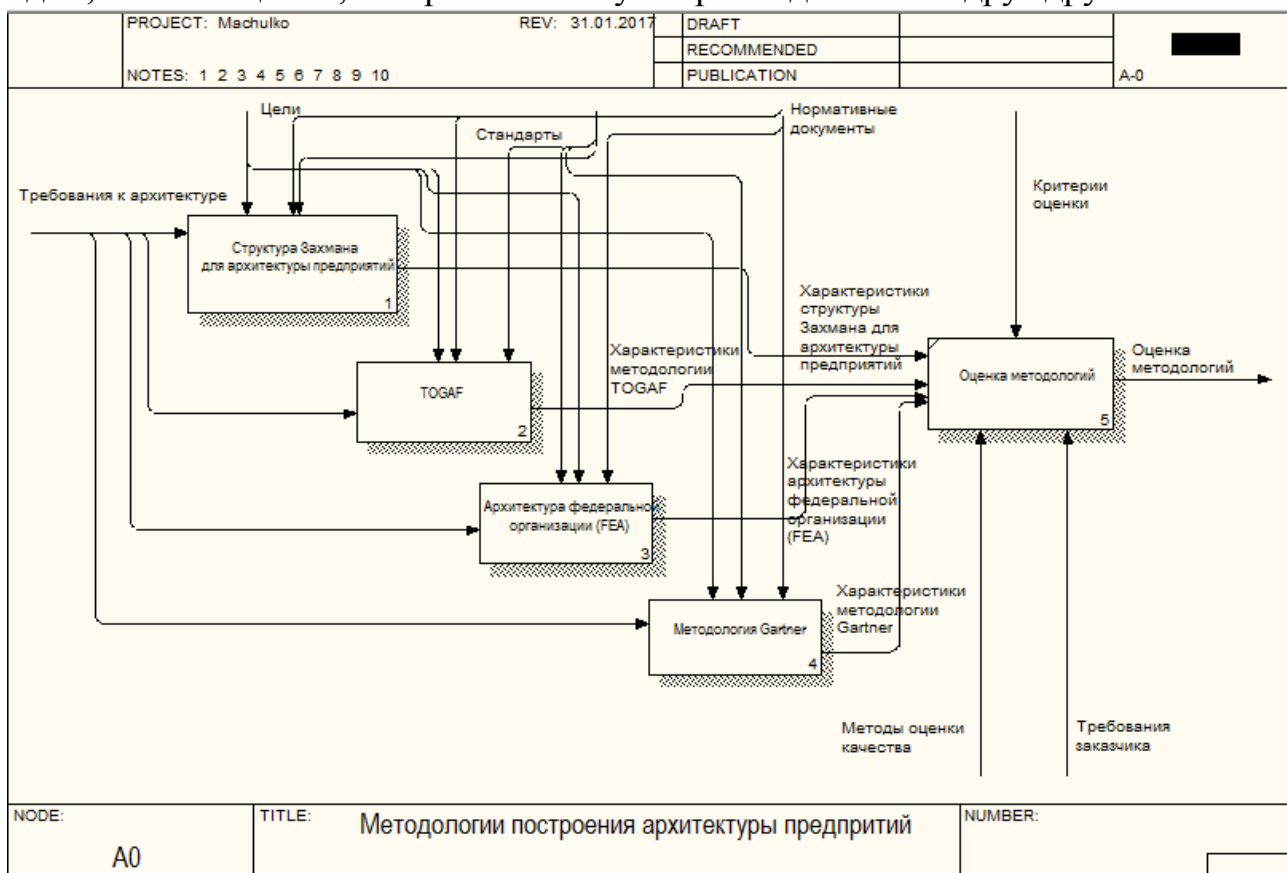


Рис. Методологии построения архитектуры предприятия

### Список литературы

1. Захман Дж.А. «Структура архитектуры информационных систем». IBM Systems Journal, том 26, номер 3, 1987 г.
2. В. Щелканов, «Введение в стандарт TOGAF – архитектура предприятия», URL: <http://www.dataver.ru/2014/04/togaf.html>
3. Документация по эталонным моделям FEA, версия 2.1», декабрь 2006 г., опубликовано FEAPMO, Административно-бюджетное управление.
4. Биттлер, Скотт Р. и ГрегКрейцман. «Процесс создания архитектуры предприятия Gartner: развитие, 2005 г.». 21 октября 2005 г.
5. 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.
6. Мышенков К.С. Методика обоснования выбора CASE-средств для анализа и проектирования систем управления предприятиями // Инновации. – 2013. – № 10. – С. 33-43.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНОК ВЕЛИЧИНЫ БОЧКООБРАЗНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ПРИ ХОЛОДНОЙ ОСАДКЕ

*Мкртчян А.Б., Кузнецов И.В., Баринаева Д.А.*  
магистранты кафедры «Технологии машиностроения» (М1-КФ),  
Калужский филиал Московского государственного технического  
университета имени Н.Э. Баумана, Россия, г. Калуга

Настоящая статья посвящена исследованию методов расчета величины бочкообразности цилиндрических заготовок при холодной осадке, экспериментальному сравнению данных методов.

*Ключевые слова:* холодная осадка, эксперимент, бочкообразование, холодная объемная штамповка.

Холодная объемная штамповка (ХОШ) – один из наиболее эффективных и ресурсосберегающих способов изготовления заготовок, высокая точность которых (8...9 квалитеты) позволяет не только свести к минимуму последующую механическую обработку, но и в ряде случаев полностью исключить ее. Такая точность размеров обеспечивает высокий коэффициент использования материала, который достигает 85...95% [4]. Наряду с этим сопутствующее холодной деформации деформационное упрочнение материала изделий повышает их прочность в 1,5...2,5 раза.

Для осуществления основных формоизменяющих операций ХОШ, выполняемых на прессах, используют штучные заготовки. Большое распространение в промышленности получили комбинированные процессы получения таких заготовок, когда предварительно их отрезают заведомо большей длины и меньшего диаметра (например, на ленточнопильном станке), а для получения необходимого размера их подвергают осадке [3]. Комбинированные процессы получения штучных заготовок позволяют сократить количество отходов металла в стружку (ширина реза соответствует толщине пилы ленточнопильного станка – 0,65...0,9мм), а также увеличить производительность процесса отрезки заготовки.

В зависимости от характера решаемых технологических задач к погрешностям формы и точности размеров осажённых поковок предъявляют различные требования. Одним из таких показателей формоизменения осажённой поковки является бочкообразность ее боковой поверхности, возникающая вследствие действия сил трения на торцевых поверхностях заготовки во время ее деформирования. Трение играет решающую роль в образовании бочкообразности, а степень деформации и относительная высота заготовок, в той или иной мере, влияют также на ее величину.

Указанное явление на теоретическом и экспериментальном уровнях наиболее широко исследовано для условий горячей деформации. В частности, Я.М. Охрименко в своих исследованиях установил, что у высоких образцов  $\left(\frac{d}{h} \leq 0,5\right)$  максимум бочкообразности наблюдается при большой степени де-

формации ( $\varepsilon = 0,55$ ), а у относительно низких ( $\frac{d}{h} \leq 4,0$ ) – при малой ( $\varepsilon = 0,25$ ) [5].

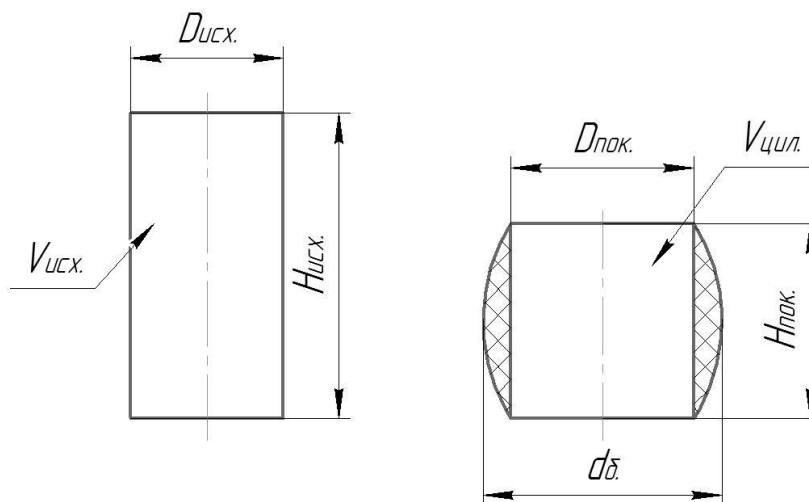


Рис. 1. Заготовка до и после осадки

Величина относительной бочкообразности рассчитывается, как разность между объемом исходной заготовки (1) и объемом цилиндра диаметром  $D_{пок}$  и высотой  $H_{пок}$  [2].

$$V_{исх} = \frac{\pi D_{исх}^2}{4} \cdot H_{исх}, \quad (2)$$

$$V_{цил.} = \frac{\pi D_{пок}^2}{4} \cdot H_{пок}, \quad (2)$$

Тогда относительная величина объема, затрачиваемая на бочкообразность, определяется по формуле:

$$\theta = \frac{V_{исх} - V_{ц}}{V_{исх}} \cdot (100\%) = 1 - \frac{V_{цил.}}{V_{исх}}, \quad (3)$$

Или:

$$\theta = 1 - \frac{D_{пок}^2 \cdot H_{пок.}}{D_{исх}^2 \cdot H_{исх.}} = 1 - \frac{H_{пок.}}{H_{исх.}} \left( \frac{D_{пок.}}{D_{исх.}} \right)^2 \cdot (100\%), \quad (4)$$

Данный показатель является относительным и выражает объемную характеристику формоизменения. Размерный показатель не так важен при горячей осадке, т.к. бочкообразность устраняется дополнительной операцией – обкаткой вдоль оси заготовки, однако при холодной осадке обкатка невозможна. На необходимость оценки бочкообразности с привлечением диаметральных размеров указал в своей работе А.Л. Воронцов [2].

Такого же мнения придерживаются и другие исследователи [1, 6].

Для изучения явления бочкообразности в условиях холодной деформации в КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана был выполнен комплекс однофакторных и многофакторных экспериментов по осадке цилиндрических заготовок на гидравлическом прессе.

Предложена новая методика для расчета величины бочкообразности поковок, изготавливаемых холодной осадкой, выражаемая через  $D_{пок}$  и  $d_{б}$ .

$$\delta d_{\delta} = \frac{d_{\delta} - D_{\text{пок.}}}{d_{\delta}} \cdot (100\%) = 1 - \frac{D_{\text{пок.}}}{d_{\delta}} \cdot (100\%), \quad (5)$$

В ходе проведения эксперимента, осаживали заготовки из отожженной меди марки М1 с размерами  $\text{Ø}20 \times 20 \text{ мм}$  ( $d/h = 1,0$ ) с применением смазочного материала ( $\mu = 0,1$ ) и без него ( $\mu = 0,3$ ). В качестве смазки использовали животный жир. Осадку выполняли на гидравлическом прессе модели П481А с номинальной силой  $P = 400 \text{ кН}$ .

Величину бочкообразности, рассчитанную по формулам (4) и (5), в зависимости от степени деформации, оценивали по графику (рис. 2).

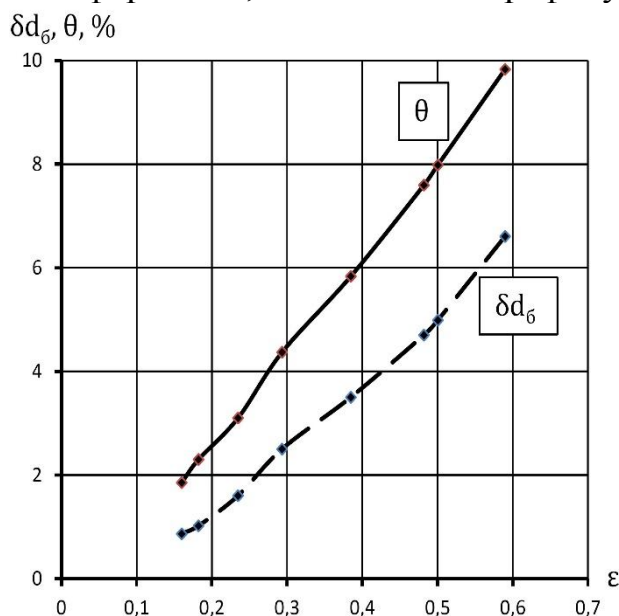


Рис. 2. Зависимости оценок бочкообразности осаживаемых заготовок по показателям  $\delta d_{\delta}$  и  $\theta$  от относительной степени деформации (при  $h/d = 1,0$ ;  $\mu = 0,1$ )

На рис. 2 видно, что величины  $\delta d_{\delta}$  и  $\theta$  коррелируют между собой. Также наблюдается снижение разницы между двумя показателями, с увеличением относительной степени деформации ( $\epsilon$ ).

**Вывод:** на основе результатов выполненных экспериментов, установлена адекватность предложенного показателя величины бочкообразности ( $\delta d_{\delta}$ ), а также установлена практическая целесообразность его применения, при расчётах величины бочкообразности при холодной осадке цилиндрических исходных заготовок.

#### Список литературы

1. Антонюк Ф.И., Калмыков В.В, Мкртчян А.Б. Применение статистических методов анализа к оценке изменения диаметра цилиндра при холодной осадке // Фундаментальные исследования 2016. – № 8-1. – С. 9-13.
2. Воронцов А.Л. Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением: Учебное пособие: в 2т. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.
3. Евстратов В.А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов. – Харьков: Высшая школа, 1987. – 144 с.
4. Ковка и штамповка: справочник. В 4-х т. Т.3 Холодная объемная штамповка/ под ред. Г.А. Навроцкого. – М.: Машиностроение, 1987. – 384 с.

5. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства: Учебник для вузов. – 2-е изд., пер. и доп.– М.: Машиностроение, 1976. – 560 с.

6. R. Raja, S. Lakshminarasimhan, P. Murugesan. Investigation of Barreling Radius and Top Surface Area for Cold Upsetting Of aluminum Specimens // International Journal of Modern Engineering Research (IJMER). – 2013. Т. 3. – № 6. – P. 3852-3862.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЦТП

*Мухаметова А.Ф.*

студентка кафедры электро- и теплоэнергетики,  
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

В данной статье описываются различные источники теплоснабжения, рассматриваются преимущества и недостатки каждого из них, а также предлагается один из способов оптимального использования оборудования в соответствии с режимами работы ЦТП.

*Ключевые слова:* системы теплоснабжения, тепловые сети, энергосбережение, центральный тепловой пункт, оптимизация режимов работы.

В настоящее время все больше внимания уделяется разработке мероприятий по экономии электроэнергии в связи с удорожанием топлива, увеличением его потребления с каждым годом и усложнением процесса добычи оставшихся углеводородов. В 2009 г. был принят Федеральный Закон Российской Федерации «Об энергосбережении и повышения энергоэффективности» [1, с. 7].

Энергетика базируется на использовании ископаемого топлива (нефти, угля, газа), совместная доля которого в энергопотреблении достигает 87%. При этом, чем больше сжигается топлива, тем сильнее изменяется газовый состав атмосферы Земли, что влечет за собой ощутимые изменения климата с повышением среднеглобальной температуры в 1,5 °С, которые в будущем могут достичь угрожающих масштабов. Концентрация CO<sub>2</sub> приближается к критическому значению и продолжает расти. Поэтому главной задачей в энергетике является внедрение энергосберегающих мероприятий [2, с. 3-7].

Одним из эффективных способов энергосбережения является оптимизация режимов работы системы жизнеобеспечения для минимизации затрат энергоресурсов.

Основное назначение системы теплоснабжения состоит в обеспечении потребителей необходимым теплоносителем требуемых параметров. Существует два вида систем теплоснабжения – децентрализованные и централизованные. В ДЦТ источник теплоты и теплоприемники потребителей либо совмещены в одном агрегате, либо размещены на небольшом расстоянии. Системы ДЦТ разделяются на индивидуальные и местные. В индивидуальных системах теплоснабжение каждого помещения обеспечивается от отдельного источника. В местных системах теплоснабжение каждого здания обеспечивается от отдельного источника теплоты от местной или индивидуальной котельной [3].

В системах ЦТ источник теплоты и теплоприемники потребителей размещены на значительном расстоянии. Для передачи теплоты от источника до потребителей используют тепловые сети. Система ЦТ представляет собой комплекс установок, предназначенных для подготовки, транспортировки и использования теплоносителя (воды или пара).

Доля централизованного теплоснабжения в отдельных городах составляет 80%, по стране 69%, при этом 32% обеспечивают теплофикационные системы на базе ТЭЦ. Однако на сегодняшний день децентрализованное теплоснабжение (ДЦТ) может конкурировать с централизованным (ЦТ). В связи с этим принимают решения разделения городской территории на зоны ЦТ и ДЦТ, также определяют рациональный уровень централизации теплоснабжения и концентрации тепловой мощности источников. В таких случаях в качестве критериев используют нормативные показатели – плотность тепловой нагрузки на единицу длины трубопровода и на единицу площади городской территории [4, с. 59].

Центральный тепловой пункт (ЦТП) является связывающим звеном между магистральной сетью и распределительными тепловыми сетями, которые идут к потребителям тепловой энергии. ЦТП, которые размещаются в отдельно стоящих сооружениях и обслуживают несколько потребителей, называются квартальными. Если такие пункты располагаются в чердачном или подвальном помещении здания и предназначаются для обслуживания только одного здания, то они называются индивидуальными. Блок теплофикации на ЦТП предназначен для перехода с режима 130/70 на режим 95/70 отопительной воды, поступающей из теплосети к потребителям.

Для оценки температуры комфорта используют понятие градусо-сутки – количество суток в году, когда температура опускается ниже порога комфортности. Основным документом, регламентирующим нормативы строительной климатологии, является Свод правил «Строительная климатология» (СП 131.13330.2012). В России началом отопительного периода считается время, когда среднесуточная температура сохраняется не выше  $+8^{\circ}\text{C}$  осенью в течение пяти суток, а концом отопительного периода считается дата устойчивого положения температуры выше  $+8^{\circ}\text{C}$ . Однако существует такой тип зданий по категории, который требует осуществление дополнительного срока отопительного периода [5, с. 22-23].

Данный вопрос рассматривается на примере объекта ЦТП на территории военного училища города Оренбурга. Стоит проблема регулирования подачи горячей воды в систему отопления в период между отопительными сезонами при средней температуре наружного воздуха от  $+8^{\circ}\text{C}$  до  $18^{\circ}\text{C}$ . Производится продолжение подачи горячей воды в систему отопления таким потребителям, как: здание медицинского пункта, здание бассейна, здание родительного дома.

В ЦТП установлены следующие группы насосов: хозяйственные; циркуляционные, смесительные, пожарные, дренажный. Насосы циркуляционные отопления необходимы для того, чтобы обеспечить расчетный расход

теплоносителя в системе отопления при ее независимом подключении к тепловой сети. Для осуществления подачи горячей воды в систему отопления на ЦТП используются циркуляционные насосы в системах отопления высокой мощности, потребляя при этом излишние затраты электроэнергии. Для эффективного потребления электрической энергии необходимо произвести расчет внедрения в систему ЦТП двух насосов меньшей мощности на основные и присоединенные нагрузки, для осуществления отопления в период между отопительными сезонами. Это позволит значительно снизить расход электроэнергии и снизить изнашиваемость основных сетевых насосов.

Также фактический отопительный период может отличаться от расчетного, если осенние похолодания и потепления продолжительностью 3-4 суток перемежаются с краткими периодами потепления и похолодания. В таком случае руководству топливно-энергетического комплекса необходимо принимать оперативные решения по времени включения и выключения централизованного отопления [5, с. 25-26].

#### Список литературы

1. Садчиков А.В., Соколов В.Ю., Митрофанов С.В. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения. Новосибирск, 2016.
2. Клименко В.В., Клименко А.В., Микушина О.В., Терешин А.Г. Избежать потепления на 2 °С – миссия невыполнима // Теплоэнергетика. 2016. №9.
3. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов / Е. Я. Соколов. – 5-е изд., перераб. – М. : Энергоиздат, 1982. – 360 с.
4. Стенников В.А., Медникова Е.Е. Оценка направлений развития теплоснабжающих систем городов // Теплоэнергетика. 2016. №9.
5. Гинсбург А.С., Решетарь О.А., Белова И.Н. Влияние климатических факторов на энергопотребление в отопительный сезон // Теплоэнергетика. 2016. № 9.
6. Садчиков А.В., Соколов В.Ю., Кокарев Н.Ф., Наумов С.А. Обеспечение энергетической независимости и безопасности полигонов ТКО. Оренбург: ОГУ, 2016.

## АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКИХ ПЕРЕДАТЧИКАХ

*Немировска А.*

Veranstaltungstechnik und -management (M. Eng.),  
Германия, г. Шверин

*Буряков Д.А., Газизов Т.Р.*

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

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом искажений в оптическом передатчике ВОЛС на примере системы интерактивного кабельного телевидения.

*Ключевые слова:* волоконно-оптическая линия связи, оптический передатчик, видеополоса, модулятор.

Интермодуляционные искажения (CSO и СТВ – искажения второго и третьего порядка соответственно) являются столь же значимыми параметра-



ми, как и отношение несущая/шум (C/N) [1-5]. Проанализируем искажения в оптическом передатчике ВОЛС на примере системы кабельного телевидения. Данные искажения в основном формируются в оптическом модуляторе, как правило, выполненном на DFB лазере (Distributed Feed Back Laser – лазер с распределенной обратной связью), и зависят от его энергетической загрузки (рис. 1) [6-10].

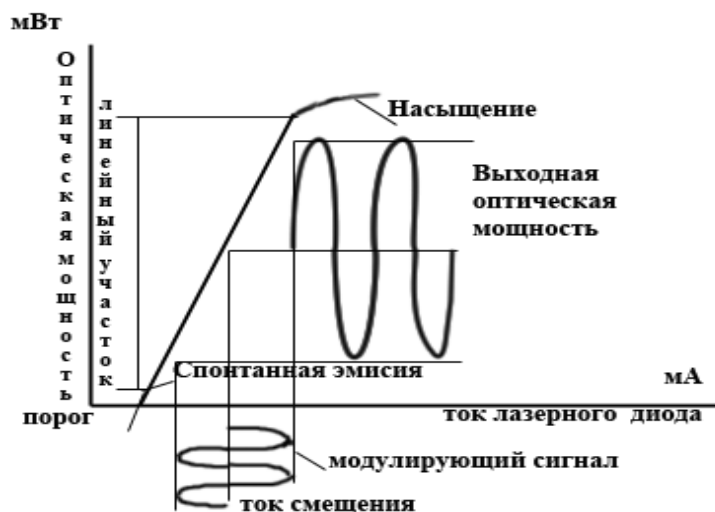


Рис. 1. Энергетическая загрузка лазера

Рассмотрим правила энергетической загрузки оптического передатчика.

1. Канальный уровень модулирующего сигнала пропорционален полосе видеоканала. Данное правило вытекает из условия сохранения модулирующей мощности (дБмкВ), приходящейся на единицу полосы пропускания  $\Pi$  (Гц), т.е. из условия сохранения спектральной плотности. Таким образом, если в паспортных значениях указан канальный уровень модулирующего сигнала для  $N_1$  числа каналов величиной  $U_1$  для системы цветности с видеополосой  $\Pi_1$ , то для каналов с видеополосой  $\Pi_2$  канальный уровень модулирующего напряжения  $U_2$  при том же числе каналов  $N_1$  составит [6]:

$$U_2 = U_1 + 10\log(\Pi_2/\Pi_1), \text{ дБмкВ.}$$

Для поддержания равенства отношения сигнал/шум (S/N) на выходе оптического приемника для сигналов PAL и SECAM, на входе оптического передатчика должны устанавливаться разные канальные уровни, и, наоборот.

2. Канальные уровни модулирующих сигналов обратно пропорциональны числу транслируемых каналов. Так, если в паспортных данных указан канальный уровень модулирующего сигнала для  $N_1$  числа каналов величиной  $U_1$ , то для трансляции  $N_2$  числа каналов входной уровень должен быть:

$$U_2 = U_1 + 10\log(N_2/N_1), \text{ дБмкВ.}$$

3. Всякое увеличение уровня модулирующего сигнала на входе оптического передатчика на 1 дБ вызывает увеличение C/N на 1 дБ, снижение CSO на 1 дБ и СТВ на 2 дБ. В виду ограниченности модулирующей характеристики лазерного диода, данное правило также действует в ограниченном диапазоне входных модулирующих напряжений (типовое значение  $\pm 3$  дБ для пе-

редатчиков с внешней модуляцией). Тем не менее, с погрешностью не более  $\pm 0,5$  дБ данное правило применимо и для существенно большего перепада уровней модулирующих сигналов (как правило, до 10-12 дБ).

4. При изменении уровня входного модулирующего напряжения (следовательно, при изменении индекса оптической модуляции), суммарное значение  $C/N + CSO$  остается неизменным для любого числа каналов и системы цветности. По существу, данное правило является следствием правила 3.

На основании выше изложенных правил запишем выражение для расчета интермодуляционных искажений оптического передатчика через справочные параметры  $m_c$  с учетом его реальной энергетической загрузки:

$$CSO = CSO_T + 10\log(m_c^2/m^2); \quad (1)$$

$$CTB = CTB_T + 20\log(m_c^2/m^2), \quad (2)$$

где  $m$  – реализуемый индекс оптической модуляции (ОМІ), зависящий от канального уровня модулирующего напряжения  $U_{вх}$  [дБмкВ] и числа загружаемых каналов  $N$  [6]:

$$m = (m_c)(10^{(U_{вх.с}-U_{вх}/20)})^{-1}(N/N_c)^{0,5}. \quad (3)$$

Здесь  $U_{вх.с}$  – справочное значение входного модулирующего канального напряжения, заявленное для  $N_c$  каналов с оговоренной системой цветности.

Подставляя (3) в (1) и (2), можно выразить реализуемые значения СТВ и CSO передатчика в более удобном виде:

$$CSO = CSO_T + U_{вх.с} - U_{вх} - 10\log(N/N_c);$$

$$CTB = CTB_T + 2(U_{вх.с} - U_{вх}) - 20\log(N/N_c).$$

Отношение  $C/N$  оптического передатчика выражается зависимостью [6]:

$$C/N = 10\log(m^2) - 10\log(\Pi_c) + |RIN| - 63 + 10\log(N/N_c) - 10\log(\Pi/\Pi_c) + U_{вх} - U_{вх.с} = C/N_T + U_{вх} - U_{вх.с} + 10\log(N/N_c) - 10\log(\Pi/\Pi_c). \quad (4)$$

Из (4) видно, что качественный показатель оптического передатчика  $A_k = C/N + CSO$  при заданной полосе канала не зависит от энергетической загрузки (от числа транслируемых каналов и уровня входного модулирующего сигнала).

На рис. 2 представлены зависимости CSO, СТВ и  $C/N$  оптического передатчика DVO 902 P в зависимости от индекса оптической модуляции  $m$ , т.е. вне зависимости от числа каналов и их спектрального заполнения [6].

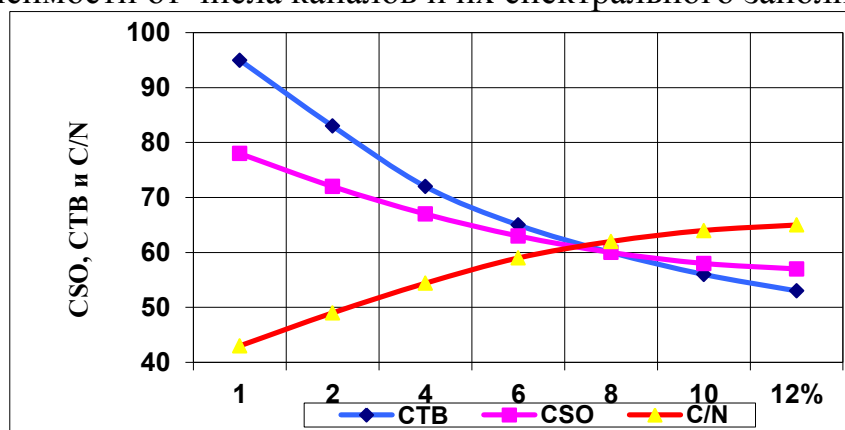


Рис. 2. Зависимости CSO, СТВ и  $C/N$  оптического передатчика DVO 902 P

Заметим, что приведенные графики относятся только к оптическому передатчику, а не к оптической системе в целом.

### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Оценка требуемой пропускной способности каналов управления в корпоративной сети спутниковой связи с регулируемыми параметрами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Информационно-технологический вестник. – 2015. – №02. С. 23.
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. 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.
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. 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.
6. Песков, С. Н. Искажения в оптических сетях. Часть 1: Искажения в оптических передатчиках. [Текст] / С.Н. Песков, З.А. Зима, С.Ю. Колгатин // Телеспутник, 2005, №5.
7. Артюшенко, В. М. Выбор кабельного оборудования с учетом их электротехнических характеристик [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. – 2008. – №1. – С.55-58.
8. Суворов, А. А. Повышение эффективности работы головного и абонентского электротехнического оборудования интерактивной системы кабельного телевидения [Текст] / А.А. Суворов, В.М. Артюшенко // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3, №2. – С.3-10.
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. Расчет уровней напряжений на выходе электротехнического оборудования головной станции кабельного телевидения [Текст] / В.М. Артюшенко, И.А. Сотников // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3, №2. – С.11-16.

## УПРАВЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ ПОСРЕДСТВОМ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Мынжасаров Р.И.**

доцент кафедры «Менеджмент», канд. техн. наук, доцент,  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

**Казиев Б.Н.**

генеральный директор, мастер делового администрирования (МВА),  
ТОО «KazAeroSpace», Казахстан, г. Астана

В статье представлены возможности применения эффективных методов управления сельскохозяйственным производством через внедрение космических технологий и

ГИС-решений. Разработанная технология позволяет в оперативном режиме проводить мониторинг и контролировать землепользование и агропроизводство на обширных территориях, способствует повышению продуктивности и производственной результативности сельхозпроизводства.

*Ключевые слова:* дистанционное зондирование Земли, космический мониторинг, сельскохозяйственное производство, геоинформационная система, геопортал.

Казахстанский агропромышленный комплекс является определяющим фактором экономической и общественно-политической стабильности страны. Успешное управление и мониторинг ресурсов АПК тесно связаны и практически неосуществимы без внедрения современных технологий сбора и обработки информации по различным сельскохозяйственным показателям для решения многочисленных задач, связанных с планированием, прогнозом, анализом и моделированием сельскохозяйственных процессов.

Традиционные методы мониторинга и контроля сельскохозяйственного производства, основанные на отчетных формах, характеризуются субъективностью и отсутствием пространственного распределения, и больше не могут удовлетворять требованиям информационного общества. Учитывая большие площади Казахстана (272,5 млн. кв. км), а также развитие собственных космических технологий (КС ДЗЗ РК, СВСН РК), космический мониторинг природопользования в целом несет в себе высокую степень оперативности и информативности. Основными особенностями мониторинга на основе данных ДЗЗ являются:

- актуальность получаемой информации;
- высокая достоверность получаемой информации;
- высокая периодичность получения информации;
- широкий охват исследуемой территории;
- получение данных в едином стандартизованном виде;
- возможность накопления статистической информации и использования ее для прогнозов урожайности и оценок ущерба [1].

В Казахстане до настоящего времени не разрабатывались комплексные информационные системы, основанные на принципах интеграции и организации отраслевых пространственных данных и данных космического мониторинга.

Программа, созданная в рамках инициативного проекта в ТОО «KazAeroSpace», нацелена на разработку основ устойчивого развития сельскохозяйственного производства при рациональном сочетании космических технологий, геосервисных решений и инфо-коммуникативных средств. Исследования в такой постановке проводятся впервые для условий Северного Казахстана, являются актуальным и перспективным направлением. Успешное решение этой проблемы требует комплексного подхода, начиная со сбора и формирования первичных пространственных данных, заканчивая рекомендациями по экономической оценке системы и прогнозирования.

Проект проходит через реализацию нескольких этапов. Так, подготовительный этап включает инвентаризацию и детальное картирование сельско-

хозяйственных угодий зерносеющего северного региона Республики. В качестве пилотной зоны рассматривался Карабалыкский район Костанайской области. Для зоны интереса была разработана база геоданных, в которой проведена интеграция отраслевой информации по агропроизводству и землепользованию, данных дистанционного зондирования и инструментов ГИС-анализа и систематики данных. Следующей составной частью данного проекта является создание системы мониторинга, оценки и прогнозирования сельскохозяйственного производства посредством геопортала.

На уровне каждого хозяйства был проведен анализ землепользования, обобщены данные по целевому использованию, по развитию деградационных процессов.



Рис. 1. Карта землепользования в фермерском хозяйстве в 2016 году по данным ДЗЗ

На основе данных ДЗЗ создаются тематические векторные карты, которые интерпретируют агроландшафтную позицию полей, агротехнологические особенности и целевое использование земель. При анализе данных ДЗЗ пилотной зоны выяснилось, что часть полей, переведенных в категорию «пашня», остаются не обработанными в течение 8 лет. В данном случае доказательно нецелевое использование и необходимость инвентаризации земельных ресурсов.

Культура земледелия в регионе остается насущным вопросом, в том числе и мониторинг параметров агротехнологического производства (посев в оптимальные сроки, темпы уборки урожая), объективные данные спутниковой оценки данных параметров представлены на рисунках 2 и 3.

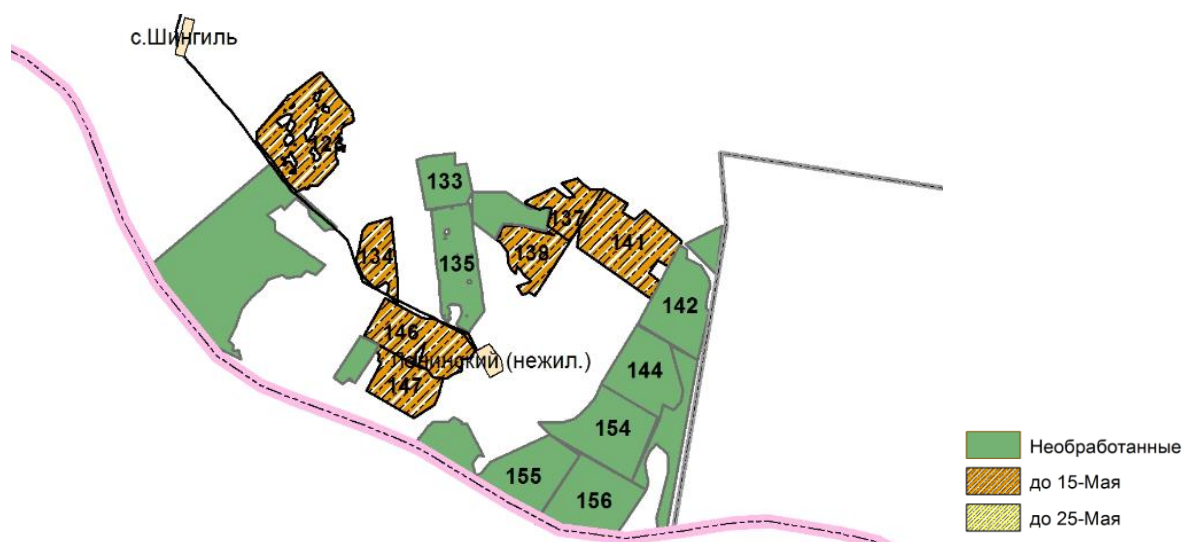


Рис. 2. Оценка сроков посева зерновых культур по данным ДЗЗ

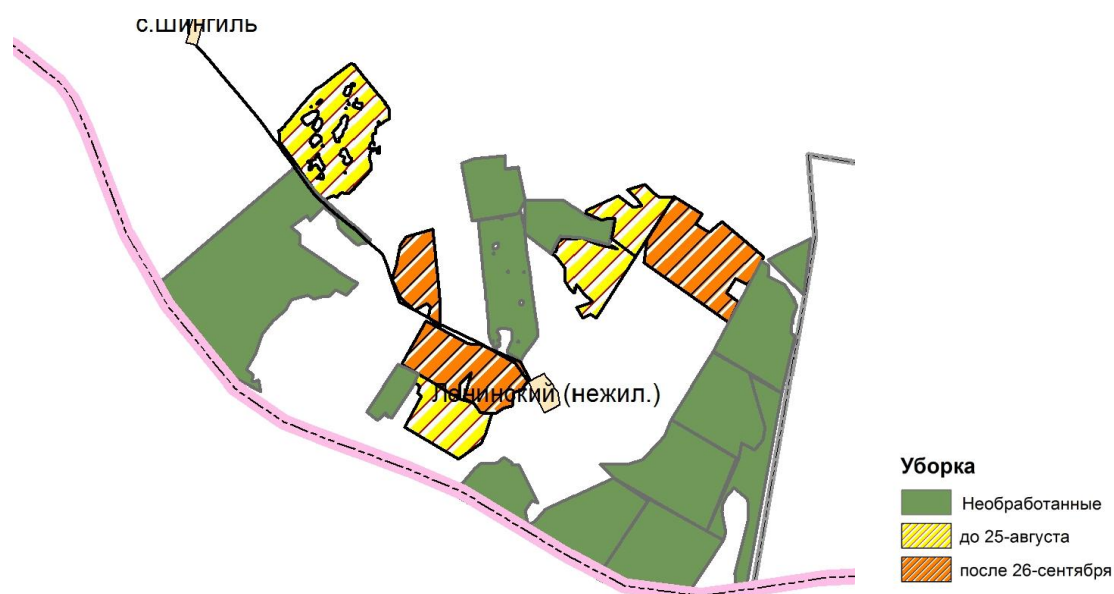


Рис. 3. Оценка темпов уборки урожая сельскохозяйственных культур по данным ДЗЗ

Для обеспечения прозрачности и эффективности управления земельными и другими сельскохозяйственными ресурсами, мониторинга агропроизводства пилотной зоны в рамках проекта разработан агропортал, через который организованы геосервисы для управления, анализа и оценки пространственных данных.

Агропортал включает наполнение отраслевыми пространственными данными (земельные кадастры, базы данных загрязнений почв и поверхностных вод, агрохимическое состояние почв и др.), формирование цифровых данных дистанционного зондирования Земли средствами космических систем, разработку веб-интерфейса и набора инструментов для пользователя агропортала, исходя из его функционала и задач (государственные органы, местные исполнительные органы, занимающиеся управлением сельскохозяйственных и земельных ресурсов; сельхозтоваропроизводители, организации, курирующие сельское хозяйство и др).



Процессы по сбору, хранению, обработке и предоставлению пространственных и атрибутивных сведений в агропортале автоматизированы на базе серверных приложений. В настоящее время проводятся работы по разработке карт сельхозгодий зерносеющих областей на основе данных ДЗЗ. В дальнейшем информация о состоянии полей (рис. 4) будет выявляться с помощью космических снимков из открытых источников, с КС ДЗЗ РК, а также других оптических и радарных спутников.



Рис. 4. Состояние посевов сельскохозяйственных культур пилотной зоны по данным ДЗЗ

Конечным результатом проекта является внедрение в опытную эксплуатацию геосервисов в работу местных государственных органов и МСХ РК. При внедрении агропортала ожидается:

- Создание актуальной цифровой картографической основы использования земельных ресурсов;
- Определение реального местоположения границ, площадей и принадлежности земельных участков;
- Целевое использование земель сельскохозяйственного назначения;
- Налогообложение сельхозтоваропроизводителей;
- Аргументированное субсидирование и страхование сельхозтоваропроизводителей;
- Рациональное землепользование, эффективное агропроизводство, успешное управление АПК.

Рыночная привлекательность любого инновационного проекта оценивается из будущей экономической эффективности. Экономическая эффективность разрабатываемого научно-технического решения (агропортала) будет складываться из эффективности производственных и управленческих решений в сельхозпроизводстве.

При действенной коммерциализации проекта первые шаги по распространению данных геосервиса возможны уже на второй год реализации.

Учитывая пилотное покрытие, географическая идентификация предоставляемых услуг включает северный зерносеющий регион республики. Целевой рынок по внедрению агропортала уже определен. Во-первых, это государственные органы, местные исполнительные органы, занимающиеся управлением сельскохозяйственных и земельных ресурсов, и выявлена соответствующая зона интереса: картографирование сельскохозяйственных угодий; мониторинг фактического использования земельных ресурсов (целевое использование, рациональное использование); определение структуры посевных площадей; выявление и мониторинг процессов деградации земель; сопровождение земельного кадастра; разработка мероприятий по охране земель (мелиорация, трансформация и др. Во-вторых, это сельхозтоваропроизводители со следующими вопросами: мониторинг состояния сельскохозяйственных посевов; мониторинг почвенно-агрохимических, агроклиматических условий; контроль агротехнических мероприятий (сроки посева, уборки, защита растений, просевы, планирование полевых работ); соблюдение севооборотов и оптимизация структуры посевных площадей; ведение истории полей; прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур. Необходимость в агропортале выразили также организации, курирующие сельское хозяйство (КазАгромаркетинг, КазАгрофинанс, КазАгрогарант и др).

При внедрении агропортала планируется как прямой, так и косвенный экономический эффект. Подписка либо лицензирование на услуги геосервиса планируется для государственного органа и МИО, в зависимости от набора и периодичности данных, системы обработки и анализа данных. Косвенный эффект определяется экономией государственных средств на рационализации субсидионных и страховых выплат и др. Так, общий объем выделенных в 2016 году субсидий на сельское хозяйство составляет 183 млрд. тенге, при экономии средств за счет оперативных и эффективных решений на агропроизводстве в 4-5 %, сумма составит 9 150 млн. тенге.

Также проводились оценка рисков и аргументированности данного научно-технического решения, анализ перспективности и коммерциализуемости проекта. В результате работ выработано решение на основе современных инфокоммуникационных и космических технологий, охватывающее наиболее актуальные задачи сельскохозяйственной отрасли.

Последние тенденции современного маркетинга указывают на всё более широкое преобладание стратегии массовой кustomизации, предполагающей возможность заказа продукции, которые соответствуют всем требованиям отдельных потребителей при массовом производстве. Это соответствует и сути 4-й промышленной революции, которая заключается в адаптации способа изготовления продукции к тенденциям общества. Будет разработано сервисное решение для сферы сельского хозяйства, которое может быть укомплектовано с разным набором функционала для фермеров, для инвесторов, для отделов и управлений сельского хозяйства на районном и областном уровнях, а также для Министерства сельского хозяйства.



Система интегрирует в себе разрозненные и нескоординированные пространственные данные, имеющие отраслевую принадлежность, в частности все сведения в отношении земельного фонда, категорий земель, целевого характера землепользования и другие отраслевые сведения. Наличие достоверной и своевременной информации позволит формировать национальную продовольственную и экономическую политику с целью обеспечения конкурентоспособности и экономической эффективности АПК.

#### Список литературы

1. Хасанова Г.Б., Кожахметов Б.Т. Перспективы применения данных дистанционного зондирования Земли из космоса для повышения эффективности сельского хозяйства /<http://sibac.info/studconf/natur/viii/31815>

## ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДТП НА ТРАССЕ М4 ДОН В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

*Нечитайло А.В., Шегай В.С.*

магистранты кафедры организации перевозок и дорожного движения, Академия строительства и архитектуры, Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

*Зырянов В.В.*

профессор кафедры магистранты кафедры организации перевозок и дорожного движения, канд. техн. наук, Академия строительства и архитектуры, Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Актуальность темы обусловлена высоким уровнем аварийности на федеральных автомобильных дорогах. Топографический анализ позволяет выявить недостатки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Использование геоинформационных технологий позволяет снизить трудоемкость выполнения топографического анализа и повысить его точность.

*Ключевые слова:* топографический анализ, дорожно-транспортное происшествие, аварийность, автомобильная дорога.

Целью научной статьи является топографический анализ дорожно-транспортных происшествий на федеральной автомобильной дороге М4 «ДОН» в Липецкой области. В соответствии с поставленной целью сформируем следующие задачи:

- 1) Разберем существующие виды анализа ДТП.
- 2) Проведем топографический анализ ДТП.

Увеличение числа дорожно-транспортных происшествий требует от специалистов по безопасности движения, взвешенных и хорошо продуманных мероприятий по уменьшению транспортной аварийности. Любому мероприятию по ликвидации опасных участков на дорожной сети должен предшествовать анализ аварийности.

Существует три вида анализа ДТП:

- количественный;
- качественный;
- топографический;

Первые два вида анализа дают общее представление о масштабах и причинах проблемы, но для обнаружения участков концентрации ДТП необходимо использовать топографический анализ. Именно топографический анализ позволяет получить распределение ДТП в пространстве.

Выполнение топографического анализа на внегородских автодорогах имеет свою специфику, для этого используется линейный график ДТП.

Линейный график ДТП – это схематичное изображение дороги в плане с указанием дат, видов и мест совершения ДТП (км + м) [1].

Для выявления участков концентрации ДТП на рассматриваемой дороге (улице) используют линейный график ДТП, на котором должны быть отображены даты, виды и места совершения ДТП с пострадавшими. Участки концентрации ДТП выявляют по данным о происшествиях, совершенных в течение последних 12 месяцев [1].

Участок федеральной автомобильной дороги М4 «ДОН» проходящий через Липецкую область начинается на 330 км и заканчивается 464. Общая протяженность участка составляет 164 км. В настоящее время почти на всем протяжении автодороги М4 «ДОН» в Липецкой области действует платный режим. Работает два платных участка.

Начиная с 11 апреля 2014 года на всем протяжении автомобильной дороги М4 «ДОН» в Липецкой области была установлена разрешенная максимальная скорость 110 км/ч. В связи с этим были значительно улучшены транспортно-эксплуатационные показатели дороги. Повышение качества дорожного покрытия, разметки, установка освещения на всем протяжении позволили уменьшить аварийность, что можно заметить по статистике ДТП за три последних года [3, с. 87].

Топографический анализ проводился с помощью программы ArcGIS в соответствии с ОДМ 218.6.015-2015 «Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах российской федерации».

При выполнении топографического анализа были определены недостатки применения программы МИАС в дорожных организациях, которые заключаются в следующем:

Программа «МИАС» представляет статистику о ДТП с привязкой по километровому адресу, поэтому в программе невозможно полностью отличить ДТП на платных участках от ДТП на бесплатных участках, так как что платный, что бесплатный участок имеют одинаковую километровую разметку.

Рассмотрим участки концентрации ДТП на 382 и 383 километрах автодороги М4 «Дон». Если посмотреть платный и бесплатный участок, то становится понятно, что вероятность возникновения ДТП на бесплатном участке

гораздо выше, так как дорога проходит по южной границе г. Елец, здесь есть пешеходные переходы и пересечения в одном уровне, дорожные условия гораздо хуже. Но поскольку мы не имеем точных данных в программе МИАС к какому участку принадлежит ДТП, а имеем только километровый адрес, то все ДТП при топографическом анализе с проецировались на платный участок.

На основе всего вышесказанного необходимо доработать программу МИАС, которой пользуются дорожные организации, возможностью загрузки карточек учета ДТП из базы ГАИ для уточнения точного местоположения дорожно-транспортного происшествия [2].

#### Список литературы

1. ОДМ 218.6.015-2015 Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации. – М.: Росдорнии, 2015. – 97 с.
2. Официальный сайт «Российские автомобильные дороги» электронный ресурс [режим доступа] <http://www.russianhighways.ru/>
3. Кочерга В. Г., Зырянов В. В., Коноплянко В. И. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении: Учеб. пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2001. – 108 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТУРА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ВОДЫ В БАССЕЙНЕ

**Полковников Р.Н.**

аспирант кафедры теплоэнергетических систем,  
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва,  
Россия, г. Саранск

**Якухин В.А.**

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

В статье рассматривается вариант изменения схемы включения теплообменников для подогрева воды в бассейне спорткомплекса, имеющего собственный источник теплоснабжения, с использованием контура горячего водоснабжения для подогрева воды бассейна.

*Ключевые слова:* теплообменник, схема включения, нагрев воды, контур горячего водоснабжения, теплоноситель, соленоидный клапан, автоматика регулирования.

Ввод в эксплуатацию нового энергетического оборудования и модернизация существующего требуют значительных инвестиций и времени на реализацию проектов. Поэтому иногда целесообразнее наметить первоочередные направления модернизации и частичного изменения схем включения энергетического оборудования, с целью оптимизации расходов тепловой

энергии или совершенствования работы существующих систем теплоснабжения [1].

Рассматривая систему подогрева воды для бассейна спортивного комплекса, имеющего собственную котельную, можно оптимизировать расходы тепловой энергии на подогрев воды, циркулирующей через теплообменник, установленный в котельной.

В первоначальном варианте вода для бассейна подогревается в отдельном теплообменнике теплоносителем из тепломагистрали собственной котельной, где используется теплоноситель с температурным графиком  $90-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Требуемый нагрев контура воды бассейна  $+26 - +29\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В схеме нагрева воды используется кожухотрубный теплообменник, включенный параллельно нагрузке отопления здания спорткомплекса. Температура теплоносителя на теплообменник заданном уровне поддерживается с помощью регулятора расхода, установленного на подаче теплоносителя в теплообменник [3].

Такой режим работы теплообменника приводит к неравномерному скачкообразному нагреву воды и образованию накипи на поверхностях нагрева теплообменника, что негативно сказывается на работе теплообменного оборудования.

Предлагается схема нагрева воды для бассейна в двух специальных кожухотрубных теплообменниках, с подключением греющей среды к контуру горячего водоснабжения собственной котельной, имеющим температуру на входе в теплообменники  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

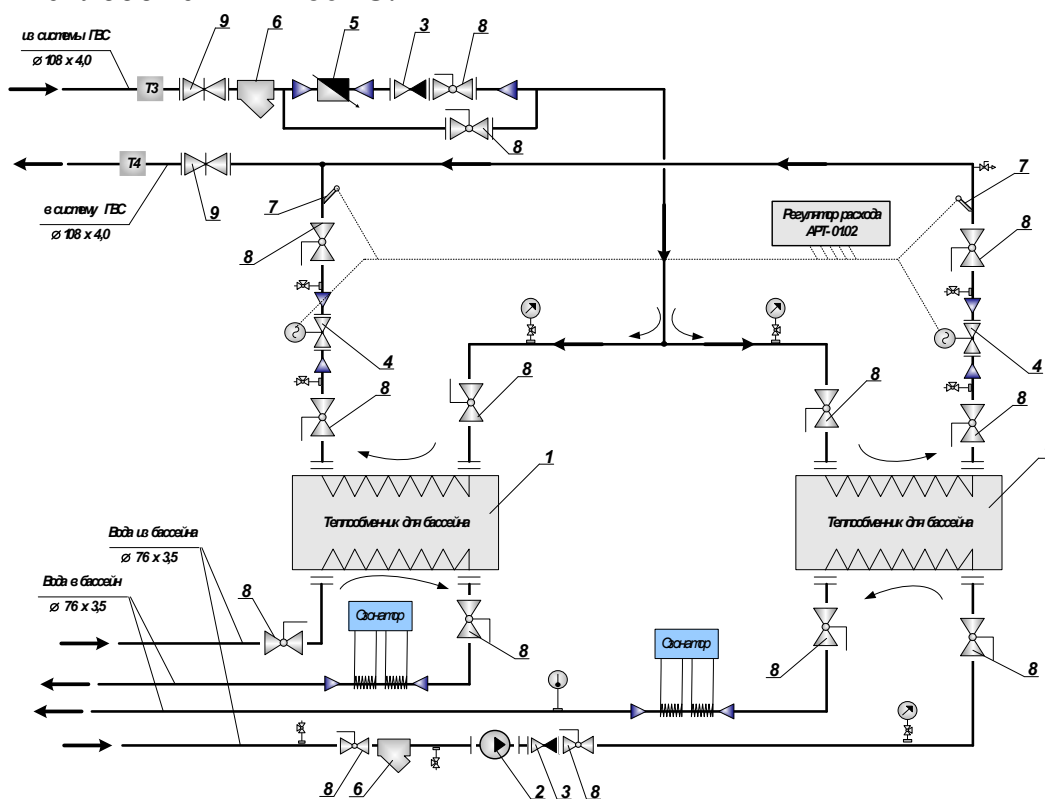


Рис. Схема подогрева воды для бассейна

- 1 – теплообменники; 2 – циркуляционный насос; 3 – обратный клапан;  
4 – соленоидный клапан; 5 – счетчик расхода теплоносителя; 6 – фильтр; 7 – термодатчик;  
8 – шаровые краны; 9 – клиновые задвижки

Нагреваемая вода, циркулирующая в контуре бассейна, подогревается в теплообменниках от +26 °С до +29 °С и поддерживается на заданном уровне.

Для поддержания постоянной температуры подогрева воды на трубопроводе греющей среды после каждого теплообменника 1 устанавливается соленоидный клапан 4 ограничения расхода теплоносителя, в зависимости от температуры нагреваемой воды, измеряемой термодатчиком 7.

При достижении заданной температуры клапан 3 закрывается, и ограничивает расход теплоносителя через теплообменник 1. При снижении температуры нагреваемой воды, соленоидный клапан 4 открывается, увеличивая расход теплоносителя через теплообменники 1, тем самым, увеличивая мощность теплообмена и вода нагревается до заданной температуры [2].

Нагреваемая в теплообменниках вода непрерывно циркулирует из бассейна в систему фильтрации 6 и санации с помощью насоса 2, после чего поступает на два теплообменника 1, включенных по параллельной схеме.

Система нагрева горячей воды в теплообменнике котельной приобретает некоторую аккумулялирующую способность, и это дает возможность регулировать расход теплоносителя на теплообменник ГВС, установленный в котельной для нагрева воды в контуре горячего водоснабжения.

Регулирующий клапан открывается по команде электронного регулятора при температуре горячей воды в тот момент, когда она опускается ниже 57 °С, и закрывается тогда, когда эта температура будет превышать 60 °С. Такой разброс температур вполне допустим для потребителей горячей воды спорткомплекса, и обеспечения нагрева воды для бассейна [4, 5].

Регулятор будет поддерживать требуемую температуру воды в системе ГВС при помощи прерывания потока теплоносителя с помощью электромагнитного клапана. Для того, чтобы в процессе регулирования обеспечить 10-ти процентную экономию тепловой энергии, достаточно через каждую минуту прерывать поток теплоносителя на 6 секунд. В емкой водяной системе горячего водоснабжения такая пульсация теплового потока обуславливает температурную пульсацию с амплитудами, которые останутся практически незамеченными [5].

#### Список литературы

1. Агеев В.А. Составление энергетических характеристик водяных тепловых сетей // Агеев В.А., Ефимов А.Ю./ Учебное пособие по дисциплине «Эксплуатация и ремонт энергетического оборудования». Саранск 2010. 77с.
2. Ефимов А. Ю. Анализ и оценка проблем систем горячего водоснабжения// Ефимов А. Ю., Марков В.А./ Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы межвузовский сборник научных трудов. Саранск 2016. С. 167-173.
3. Ларин Н.С. Технические вопросы внедрения коммерческого учета тепловой энергии / Ларин Н.С., Полковников Н.Ф., Полковников Р.Н. // В сборнике: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы Международная конференция. Редакция: Столяров А.В. (отв. ред.), редакторы: Сенин П.В., Котин А.В., Иншаков А.П., Водяков В.Н., Савельев А.П., Левцев А.П., Наумкин Н.И., Чаткин М.Н., Комаров В.А., Ионов П.А. 2014. С. 111-117.
4. Полковников Н.Ф., Борин А.П. Система автоматического регулирования параметров теплоносителя на центральном тепловом пункте квартала МГУ. // Энергоресурсо-

сберегающие технологии и системы в АПК: Межвузовский сборник научных трудов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. С. 53-57.

5. Полковников Н.Ф. Применение регуляторов расхода теплоносителя в системах теплоснабжения. // Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. С. 435-438.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ANYLOGIC

*Сергеев Е.С.*

ассистент кафедры компьютерных технологий,  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассматривается применение системы имитационного моделирования AnyLogic при моделировании организационно-методических процессов в вузе. Подробно рассмотрено редактирование компонентов системы.

*Ключевые слова:* имитационное моделирование, моделирование, вуз, модель, AnyLogic, GPSS.

Имитационное моделирование как метод применяется при моделировании бизнес-процессов, процессов производства [3], автоматизированных систем обработки речевых сигналов [1, 2], ИТ-задач, дорожного движения и т.д. На сегодняшний день существуют специальные бесплатные программы для имитационного моделирования: *GPSS*, *Plant Simulation*. В данной работе рассматривается использование программного пакета *AnyLogic* на примере создания имитационной модели организационно-методических процессов в высшем учебном заведении, в частности, рассматривается отдельный блок процесса составления расписания учебных занятий.

*AnyLogic* – программное обеспечение для имитационного моделирования, разработанное российской компанией *The AnyLogic Company*. Инструмент обладает современным графическим русскоязычным интерфейсом и позволяет использовать язык *Java* для разработки моделей. *AnyLogic* распространяется бесплатно для студентов, и при использовании в образовательных целях.

Для моделирования выбираются компоненты из библиотеки моделирования процессов. Далее приводятся компоненты и их использование в имитационной модели составления и изменения расписания учебных занятий в вузе.

Главным компонентом, который необходим для реализации модели, является *Delay* (на рисунке значки с характерными иконками часов), который задерживает агентов на заданный период времени. После того, как компонент расположили в поле *Main*, можно обрабатывать его поведение.

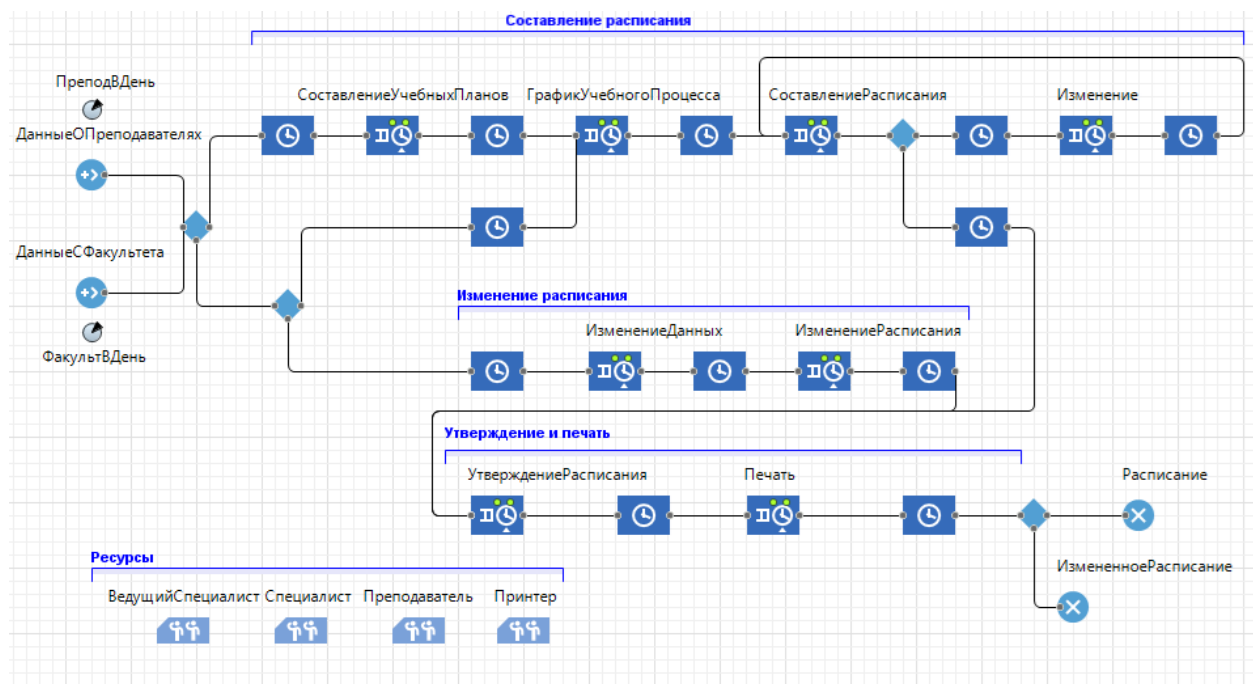


Рис. Имитационная модель составления расписания

На вкладке «Агент» среды моделирования *AnyLogic* создаются следующие важные в модели параметры с исходными данными (агенты), в данном случае это:

- количествоСпециалистов, тип целое (int), значение 3;
- количествоПреподавателей, int, 1(на дисциплину);
- количествоПринтеров, int, 2;
- количествоВедСпециалистов, int, 4.

На вход рассматриваемой модели системы поступают заявки с данными о факультетах и преподавателях:

- преподВДень, int, 5;
- факультетВДень, int, 8.

Для генерации заявок используются блоки *Source* (источники) из библиотеки «Библиотека моделирования процессов». Время между заявками равно величине обратной интенсивности. Время распределено по экспоненте (т.е. время между заявками не фиксировано и изменяется в широком диапазоне). Для разделения потока заявок сначала их следует объединить, а затем разделить по определённому условию с помощью блока *selectOutput*. По статистике 70% всех заявок идёт в отдел расписания для составления учебных планов. Поэтому блок *selectOutput* настраивается на перенаправление 70% заявок по одному пути и 30% – по оставшемуся.

Далее идущие 30% заявок разделятся на те, которые служат для коррекции графика учебного процесса и изменения расписания. Это можно реализовать с использованием блоков многоканального обслуживания *Service*, представляющих собой совокупность встроенной очереди (*queue*) и блоков задержки (*delay*). Для обслуживания в блоке заявка использует ресурс, в нашей модели этот ресурс – обслуживающий персонал, который смоделируем блоком *ResourcePool*.

Определим оптимальное число Специалистов, Принтеров и Ведущих специалистов. Критерием оптимизации является наилучшая (максимальная) загруженность всех этих элементов. То есть параметр, в котором при выходе заявки из системы (конец обслуживания) будет записываться (обновляться) значение целевой функции, в которой – загрузка специалистов должна быть не более 95%, аналогично загрузка принтера и загрузка ведущего специалиста:

Если загруженность подсистемы превышает 95%, то такой вариант не устраивает, и целевая функция становится равной 0, в противном случае руководство интересуется максимум целевой функции, или при каких значениях числа рабочих он достигается.

Результаты данного оптимизационного эксперимента позволят руководству учебного заведения экономить и эффективно использовать ресурсы специалистов.

Данная имитационная модель имеет практическую значимость, позволяет проводить эксперименты. На основе проведенных экспериментов в системе были сделаны следующие основные выводы:

1. Найдено оптимальное количество используемых единиц техники и количество ставок (рабочих мест).

2. Количество ошибок, которые допускаются при составлении и изменении расписания, и, что более важно в данном вопросе, время составления расписания, находятся в прямой зависимости от количества ошибок в документах, на основе которых составляется расписание.

3. Процесс изменения утвержденного расписания требуется оптимизировать, так как при грамотно поставленной системе внесения изменений в расписание, можно обрабатывать подобные заявки за более короткие сроки.

Разработанная имитационная модель является гибкой, так как ее можно отладить и использовать для проверки любого алгоритма, возможно применение этой модели для проведения эксперимента не только для системы составления расписания, но и для других задач.

#### Список литературы

1. Алюнов Д.Ю. Классификация помех и искажений в речевом сигнале. // В сборнике: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 12 частях, 2015. С. 14-15.
2. Алюнов Д.Ю., Сергеев Е.С., Пигачев П.В., Мытников А.Н. Реализация алгоритма разработки и распознавания речи // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3-2. С. 225-230.
3. Мезенцев К. Н. Моделирование систем в среде AnyLogic 6.4.1: учеб. пособие. Ч. 2. М., 2011. 108 с.
4. Харитонова А.М., Сергеев Е.С., Пигачёв П.В. Модели и методы применения и развития автоматизированных систем // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 398.



## ПРИКЛАДНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ

*Силаева А.Э., Юрчев В.А.*

студенты 4-го курса института информационных технологий,  
Московский технологический университет, Россия, г. Москва

В данной статье рассматривается возможность применения алгоритма распознавания номеров автомобилей при решении проблемы необходимости контроля и учета пребывания автотранспорта на тех или иных объектах. В частности, на охраняемых территориях, оборудованных контрольно-пропускными пунктами. Так как каждое ТС на территории РФ обладает государственной регистрацией, это существенно упрощает данную задачу и позволяет ее автоматизировать.

*Ключевые слова:* СКУД, КПП, ANPR, LAN, FTP, преобразование Хафа, нейронные сети, компьютерные сети, обработка изображений.

В этой статье мы рассмотрим работу алгоритма распознавания регистрационных знаков, которая будет в себя включать несколько этапов:

1. Предварительный поиск контура номера.
2. Нормализация изображения номера.
3. Распознавание символов в номере

1) Предварительный поиск контура номера.

На данном этапе выделяются контуры автомобильного номера, после чего ищутся все вертикальные прямые. Для любых двух прямых, расположенных недалеко друг от друга, с небольшим сдвигом по оси  $y$ , с правильным отношением расстояния между ними к их длине, рассматривается гипотеза того, что номер располагается между ними. Но данный метод не будет устойчив к распознаванию грязных номеров, поэтому стоит обратиться к классификаторам. В этом случае неплохо работает обученный Каскад Хаара. Этот метод позволяет анализировать область на предмет наличия в ней характерных для номера отношений, точек или градиентов. Такие методы позволяют находить не просто номер, а номер в сложных и нетипичных условиях. Ни один алгоритм обнаружения границ или гистограмм не может выдать такое качество обнаружение по настолько плохим картинкам.

2) Нормализация изображения номера.

Когда оставлена только окрестность номера, выделение границ начинает работать значительно лучше, так как все длинные горизонтальные прямые, которые удалось выделить – это и будут границы номера. Самый простой фильтр, способный выделить такие прямые – преобразование Хафа.

Преобразование Хафа – алгоритм, применяемый для извлечения элементов из изображения. Он предназначен для поиска объектов, принадлежащих определённому классу фигур, с использованием процедуры голосования. Классический алгоритм преобразования Хафа связан с идентификацией прямых в изображении, что позволит использовать его в нашей работе [2].

При обработке изображения имеются определенные трудности, такие как:

1. Низкая эффективность распознавания при загрязнении номера.
2. Горизонтальные границы номера не всегда являются хорошим ориентиром для разбиения него по сегментам.
3. Автомобильные номера различных стран имеют разные шрифты и разный формат.
4. Автомобильные номера могут быть установлены в места, не предусмотренные конструкцией транспортного средства, либо отсутствовать.

### 3) Алгоритмы распознавания символов.

Для решения задачи распознавания символов используются нейронные сети. Например, самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена, обеспечивающие топологическое упорядочивание входного пространства образов. Они позволяют типологически непрерывно отображать входное  $n$ -мерное пространство в выходное  $m$ -мерное [1].

Ключевым аспектом нейронной сети является ее обучение, которое сводится к определению связей между нейронами и установлению силы этих связей (весовых коэффициентов). Алгоритмы обучения нейронной сети упрощенно сводятся к определению зависимости весового коэффициента связи двух нейронов от числа примеров, подтверждающих эту зависимость. Наиболее распространенным алгоритмом обучения нейронной сети является алгоритм обратного распространения ошибки.

Так же можно использовать открытое программное обеспечение, выполняющее автоматическое распознавание как единичной буквы, так и сразу текста, как Tesseract OCR. Эта программа удобна тем, что есть для любых ОС, стабильно работает и легко обучаем. Но он очень плохо работает с замыленным, битым, грязным и деформированным текстом. Когда я попробовал сделать на нём распознавание номеров – от силы лишь 20-30% номеров из базы распознались правильно. Самые чистые и прямые. Хотя, конечно, и при использовании готовых библиотек что-то зависит от радиуса кривизны рук [3].

Пример использования алгоритма распознавания номеров в составе информационной системы на примере КПП.

На данный момент прохождение контрольно-пропускных пунктов и попадание на территорию большинства охраняемых объектов регулируется человеком и не автоматизировано. Предлагается использовать систему распознавания номеров, в составе информационной системы, для сокращения времени прохождения КПП и сведения человеческого фактора к минимуму.

Последовательность действий: идентификация номера, отправление информации о том, что вам можно – автоматическое разрешение или запрет на въезд. Служба безопасности при этом контролирует перемещения, имеет

возможность идентифицировать, чья машина находится на территории и видеть перемещения людей по объекту за любой срок.

Основные функции.

1. Если данные о транспорте уже есть в системе, ваш номер машины автоматически распознаётся, проезд осуществляется без остановки. Данные о въезде – выезде фиксируются в базе данных.

2. Если данных о транспорте нет, в зависимости от политики предприятия: ваш номер распознается, если получено разрешение на въезд – можно заехать без остановки. Иначе – проезд запрещен. Данные о посетителе так же вносятся в базу данных.

3. Возможность однозначно идентифицировать владельца машины при возникновении нештатных ситуаций на охраняемой территории, обратившись к базе данных.

Возможная организация въезда: контрольно-пропускной пункт с размещенными в нем сотрудниками охранного предприятия, различные вариации заградительных сооружений, бетонных блоков, определяющих ширину проезда и противооткатные системы. При использовании системы распознавания номеров, управление всеми техническими средствами переходит с человека на информационную систему. Так же получается избежать бумажной волокиты, так как обычно на типовых контрольно-пропускных пунктах ведутся бумажные списки, которые составляются по звонку или, в лучшем случае, по письму от руководителей отделов. Здесь человеческий фактор налицо. Логирование же информации о транспортных средствах, их владельцах и так далее, в базах данных позволит не только исключить человеческий фактор, но также свести к минимуму вероятность потери данных за прошедшие периоды времени.

Аппаратное обеспечение.

1. Automatic Number Plate Recognition, состоящий из модуля с камерой и подсветкой (светодиодной).

2. Встроенный контроллер, для аналитики по распознаванию номера.

3. Модуль-конвертор, для подключения этой системы в систему контроля доступа как внешнего считывателя.

Идентификатором является госномер машины, который по специальному алгоритму преобразуется в цифровой код, понятный СКУД.

Необходимы четкие инструкции по высоте и дальности установки системы от линии, на которой должно выполняться распознавание. Настройки параметров обработки изображения позволяют ограничить область для распознавания, чтобы исключить попадание сразу двух госномеров, или задать параметры считывания номера для ускорения передачи информации о нем в СКУД.

Устройствам необходимо питание с постоянным напряжением, для конфигурирования модулей и удаленного управления они оснащены портами

LAN. На модуле ANPR есть web-интерфейс и встроенный FTP-сервер, через который можно скачать кадры, сделанные при проезде автомобилей. Есть настройки размера, качества картинки. Параметры записи по событиям позволяют хранить кадры без перезаписи в течение определенного времени или же настроить автоматическое сохранение кадров на внешнем FTP-сервере.

Модуль с телекамерой и подсветкой должен работать в любых режимах, независимо от времени суток и погодных условий, а для системы распознавания важно получение контрастной картинки.

#### Список литературы

1. Брилюк Д.В., Старовойтов В.В. Нейросетевые методы распознавания изображений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rusnauka.narod.ru/lib/author/briluk\\_d\\_b/1/](http://rusnauka.narod.ru/lib/author/briluk_d_b/1/) (дата обращения: 21.03.2017)
2. Преобразование Хафа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование\\_Хафа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование_Хафа) (дата обращения: 20.03.2017).
3. Распознавание номеров: от А до Я [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/recognitor/blog/221891/>.html (дата обращения: 20.03.2017).

## ШКОЛЬНАЯ ЗОНА: МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ НА ЛЮБОЙ МЕСТНОСТИ

*Сугако Е.Д.*

магистрант кафедры организация перевозок и дорожного движения,  
Академия строительства и архитектуры, Донской государственной  
технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Каждый день на дорогах множество детей получают травмы и погибают от автомобильного транспорта. В современной мировой практике успокоение движения стало одним из наиболее эффективных и широко применяемых методов организации дорожного движения на территориях, прилегающий к детским учреждениям и школам.

*Ключевые слова:* человек, школьная зона, скорость, дорожно-транспортные происшествия.

В среднем человек в своей жизни тратит на обучение от 20-25 лет. Основными этапами становления являются: детский сад, школа, высшее или средне-специальное образование. Это очень долгий и тернистый путь каждого человека. Так чтобы мы и наши дети могли чувствовать себя в безопасности и комфорте, в связи с обостренной ситуацией на дорогах общего пользования, необходимо предусмотреть все меры защиты. Для этого и был придуман термин «школьные зоны».

Актуальность выбранной темы связана с человеческим фактором. Каждый день на дорогах множество детей получают травмы и погибают от автомобильного транспорта.

Школьная зона – это участок улично-дорожной сети, выделенный специальными знаками и дорожной разметкой [1, ст.1].

В последние годы в нашей стране проводятся активные мероприятия по снижению уровня аварийности, что способствует существенному снижению количества ДТП. Следует отметить, что наряду с общим уровнем аварийности наблюдается сокращение количества ДТП с участием детей. Так, количество погибших детей в РФ в 2010 г. по сравнению с 2006 г. снизилось на 378 человек. Вместе с тем, не смотря на эти показатели ситуация с обеспечением безопасности детей остается неудовлетворительной, особенно это заметно на фоне статистики аварийности с участием детей в западных странах.

В странах с высоким уровнем автомобилизации эта проблема во многом решается: созданием «школьных зон» (school zones), отличительной особенностью которых является зональные ограничения скорости, действующие в определенный период суток, и наличие специальных проектов организаций движение школьников; применением широкого арсенала средств ОДД: специально разработанных для школьных зон дорожных знаков и разметки, использованием технологий ИТС.

Виды школьных зон:

1. Придорожная – категория А – к ней относятся общеобразовательные учреждения, которые своим фасадом выходят на проезжую часть.

- А<sub>1</sub> – на дорогу общегородского значения
- А<sub>2</sub> – на дорогу районного значения
- А<sub>3</sub> – на дорогу местного значения

2. Внутридомовая – категория Б – к ней относятся общеобразовательные учреждения, которые находятся внутри городских строений, от дороги районного значения более 200 метров.

3. Внутрирайонная – категория В – к ней относятся общеобразовательные учреждения, которые находятся внутри спальных районов, либо районов ново образующихся, с расстоянием от дороги общегородского значения более 500 метров.

К сожалению, в нашей стране безопасность движения в зоне расположения зон ограничивается пока введением ограничением скоростей движения, размещение дорожных знаков и разметки, что при постоянно увеличивающихся интенсивности является явно недостаточным. Значительным фактором, влияющим на безопасность школьников, является размещение школьных учреждений в жилых кварталах. Еще далеко не все школы имеют обособленную территорию, огражденную по периметру. Кроме того, часть школ, построенных 30-50 годах прошлого века выходят своими фасадами на проезжую часть и физически не могут быть огорожены.

В последние десятилетия в организации движения в школьных зонах стали внедряться различные элементы интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Многочисленность школьных зон и насыщенность их знаками ограничения скорости, оборудованных проблесковыми светофорами, работающими только в определенные часы суток, привело к естественной идее

применения автономного энергосбережения и беспроводной связи для дистанционного управления работой проблесковых светофоров, светодиодных табло, подсветки дорожных знаков.

Проведенные исследования, а также анализ зарубежного опыта показали, что важным фактором повышения безопасности детей является создание безопасных школьных зон.

В современной мировой практике успокоение движения стало одним из наиболее эффективных и широко применяемых методов организации дорожного движения на территориях, прилегающих к детским учреждениям и школам.

К наиболее радикальным средствам снижения скорости движения автомобиля, повышающим безопасность движения в городских центрах, относятся «зоны, свободные от автомобилей», которые характеризуются полным запрещением движения транспорта, за исключением специальных видов (скорая помощь, полиция, пожарные и коммунальные службы, обслуживание магазинов). Такие зоны в значительной степени способствуют повышению безопасности пешеходов, их устраивают на небольших, как правило, имеющих статус охраняемых, территориях.

Методика организации школьных зон.

1. Необходимо рассмотреть план местности.
2. Определиться к какой зоне относится учебное учреждение (А,Б,В).
3. Реализовать предложенные меры.

Внедрение школьных зон в Российской Федерации потребует:

- разработать положения о составе документации «проекта безопасной школьной зоны» и требования, предъявляемые к такому документу;
- утвердить дорожные знаки и дорожную разметку: Школьный переход, Впереди Школьный переход, Школьная зона 30 км/ч, Школьная зона (разметка).

Кроме того, необходимо на законодательном уровне рассмотреть правовые аспекты функционирования охраны школьных переходов, ее статус, обязанности и полномочия, ее работы совместно со службами ГИБДД и местной администрации

Выполняя все предложенные рекомендации, можно повысить культуру дорожного движения, улучшить безопасность движения по дорогам общего и необщего пользования, понизить ущерб от дорожно-транспортных происшествий, тем самым улучшить жизнь граждан в целом.

#### Список литературы

1. Новизенцев В.В. Обеспечение безопасности движения в школьных зонах// Наука и техника в дорожной отрасли: статья канд.тех.наук. М., 2011, № 4.

## ЭМУЛЬСИОННЫЙ ИНГИБИРУЮЩИЙ БУРОВОЙ РАСТВОР

**Третьяк А.Я.**

заведующий кафедрой, д.т.н, профессор,  
Южно-Российский государственный политехнический  
университет (НПИ) им. М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

**Рыбальченко Ю.М.**

доцент, к.т.н., доцент, Южно-Российский государственный политехнический  
университет (НПИ) им. М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

**Лубянова С.И.**

старший преподаватель, Южно-Российский государственный политехниче-  
ский университет (НПИ) им. М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

Изложены результаты исследования эмульсионного ингибирующего бурового рас-  
твора на основе растительных масел с синергетической смесью ингибиторов.

*Ключевые слова:* буровой раствор, разупрочнение глинистых пород, ингибирование  
разупрочнения.

Деформационная неустойчивость ствола скважины является наиболее распространенным осложнением в процессе бурения, которое, в том числе может инициировать и другие осложнения, например, прихват бурильной колонны шламом или обвалившейся породой вследствие некачественной очистки или слабой устойчивости ствола скважины [1-4]. Устранение последствий деформационной неустойчивости ствола скважины требует внепланового расходования ресурсов. В результате затраты на строительство скважины, учитываемые и контролируемые по местам их возникновения, еще больше возрастают. При этом для оценки соответствия процесса бурения рабочему проекту важно идентифицировать первоначальную причину внеплановых затрат, что позволяет более четко контролировать эффективность использования ресурсов в каждом технологическом процессе и анализировать причины отклонения фактической себестоимости бурения от плановой [5-7].

Повысить безопасность бурения и снизить его ресурсоемкость можно путем применения комплексного по свойствам эмульсионного ингибирующего бурового раствора (БР), включающего [8]: отходы растительного масла, сульфол, полианионную целлюлозу, хлористый калий, барит, бишофит, феррохромлигносульфонат, метилсиликонат калия, ацетат калия, пеногаситель, воду, мраморную крошку, ГКЖ-11. Жидкая фаза БР состоит из отходов растительного масла (соевого, подсолнечного, хлопкового, кукурузного, рапсового и др.) и воды в соотношении 55/45-80/20 мас. %.

Снижение разупрочняющей способности БР достигается за счет синергетического эффекта ингибиторов набухания глин: хлористого калия (КСl), бишофита ( $MgCl \times 6H_2O$ ), ацетата калия ( $CH_3COOK$ ), кремнийорганической

жидкости (ГКЖ-11), феррохромлигносульфоната (ФХЛС), метилсиликоната калия ( $\text{CH}_3\text{SiO}_2\text{K}$ ).

Основную роль в интенсификации процесса разупрочнения глин играет не исходная влажность, а насыщение их фильтратом БР, которое происходит не столько под действием перепада давления, сколько в результате физико-химического воздействия, развивающегося в самой глинистой породе [2, 4, 10]. Оптимальными с точки зрения устойчивости стенок скважины являются случаи, когда в системе «скважина – пласт» устанавливается осмотическое равновесие либо осмос направлен из пласта в скважину. Лабораторные исследования показали, что одновременное применение именно указанных выше ингибиторов набухания глин позволят добиться их синергетического эффекта. Кроме того, за счет подбора химреагентов в таком составе происходит вытеснение натриевых катионов из глинистых отложений, натриевая глина переходит в кальциевую, а это способствует снижению гидратации и набухания, уменьшает выпучивание и текучесть, обвалы и осыпи пород.

Достоинством БР является повышение в результате взаимодействия с глинами концентрация ионов  $\text{K}^+$  с 800 до 1200 мг/л ионов. Это свидетельствует о том, что осмотический процесс направлен из пласта в скважину при сравнительно невысоком значении изотонического коэффициента, равного 1,31. Наличие в БР ионов калия и магния способствует значительному росту изотонического коэффициента до 4,7. Таким образом, происходит увеличение количества осмотически активных частиц в растворе вследствие диссоциации электролита.

Важно отметить, что реологические характеристики БР позволяют полностью выносить буровой шлам из наклонной и горизонтальной частей ствола скважины и легко удалять его в системе очистки. Все это способствует эффективному выполнению гидравлической программы промывки скважины, а в итоге – повышению безопасности бурения.

#### Список литературы

1. Балаба В.И., Василенко И.Р., Владимиров А.И., Гарин Ю.Р., Кершенбаум В.Я., Михайличенко А.В. Промышленная безопасность строительства и реконструкции скважин. – М.: Национальный институт нефти и газа, 2006. – 456 с.
2. Третьяк А.Я., Савенок О.В., Рыбальченко Ю.М. Буровые промывочные жидкости: учебн. пособие ЮРГПУ (НПИ) им. М. И. Платова. – Новочеркасск: ЛИК, 2014. – 374 с.
3. Леонов Е.Г., Исаев В.И., Лукьянов И.П. Теория и методика расчета расхода бурового раствора различной реологии для очистки от шлама ствола наклонно направленной скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2006. – № 8. – С. 24-30.
4. Чихоткин В.Ф., Третьяк А.Я., Рыбальченко Ю.М., Бурда М.Л. Буровой раствор и управление его реологическими свойствами при бурении скважин в осложненных условиях // Бурение и нефть. – 2007. – № 7-8. – С. 58-60.
5. Балаба В.И. Управление качеством в бурении: Учебное пособие. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 448 с.
6. Балаба В.И. Оценка соответствия при строительстве скважин // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 1. – С. 41-46.



7. Захарова О.Л., Шпакова З.Ф. Формирование затрат по местам их возникновения / Наука и образование в жизни современного общества: сб. науч. трудов по материалам междунар. научно-практ. конференции 29 октября 2012 г. Часть 5. – Тамбов, 2012. – С. 56.

8. Швец В.В., Турунтаев Ю.Ю., Третьяк А.А., Рыбальченко Ю.М., Лубянова С.И., Борисов К.А. Буровой раствор / Патент на изобретение RUS 2582197 от 25.03.2015 г.

9. Зинченко О.Д. Промывочные жидкости для бурения в глинисто-солевых отложениях // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 3. – С. 58-60.

10. Третьяк А.Я., Чихоткин Ю.Ф., Рыбальченко Ю.М. Высокоингибированный буровой раствор // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2006. – № 2. – С. 92-94.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ УГЛОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА ПРИ СВЕРЛЕНИИ

**Туркин И.А.**

ст. преподаватель кафедры автоматизации производственных процессов,  
канд. техн. наук, Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Лапшин В.П.**

доцент кафедры автоматизации производственных процессов,  
канд. техн. наук, доцент, Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Каймакчи А.В., Московой В.С.**

магистранты кафедры автоматизации производственных процессов,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматриваются вопросы моделирования крутильных колебаний шпиндельного узла и инструмента в процессе сверления, и возникновения при этом сложного и нелинейного характера момента сопротивления главному движению. В результате моделирования проведена оценка влияния упруго-деформационных колебаний на устойчивость и качество процесса сверления. Определен скоростной режим, при котором деформации шпиндельного узла и инструмента влияют на устойчивость процесса, где эти колебания способны привести систему к потере устойчивости.

*Ключевые слова:* процесс сверления, динамика процесса, устойчивость, влияние колебаний, шпиндельный узел.

### Введение

Вопросы оценки влияния упруго-деформационных колебаний инструмента, сопутствующих процессу обработки металлов резанием на металлорежущих станках, достаточно хорошо изучены. Так можно привести ряд достаточно известных работ в этой области [1-2]. В этих работах раскрыты основные особенности подобного рода движений, но особенности динамики системы, учитывающие колебательный характер момента сопротивления

главному движению. В ряде работ [3-6], оценены вопросы динамики системы управления процессом сверления, с учетом того, что момент сопротивления формировался в этих моделях в координатах состояния. Однако, в этих работах, в модели момента сопротивления не учитывались координаты колебательного движения шпиндельного узла.

Таким образом, задача синтеза единой и непротиворечивой математической модели системы управления сверлением, учитывающая продольные колебания шпиндельного узла, является актуальной в научно-практическом смысле.

### 1. Синтез математической модели

Рассмотрим процесс сверления на схеме, которая представлена на рисунке 1.

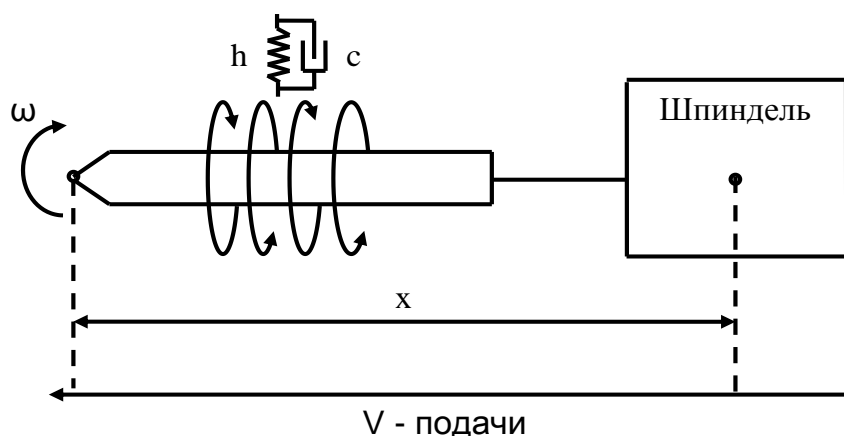


Рис. 1. Схема процесса сверления с учетом продольных колебаний шпиндельного узла

Схема, описывающая модель сверления представляет собой, шпиндельный узел в котором закреплен инструмент (сверло), при этом шпиндельный узел и инструмент под действием силы препятствующей проникновению сверла в изделие упруго смещается в радиальном направлении. Введенные в модель параметры  $h, c$ , характеризуют упруго-диссипативный характер такого рода движений, а переменная  $x$  описывает величину этих движений. Скорость подачи  $V$  в модели примем постоянной.

На основе описанной модели, опишем угловые колебания шпинделя в виде следующего уравнения:

$$J_{\Sigma} \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + h_{\alpha} \frac{d\alpha}{dt} + c_{\alpha} \alpha = M \quad (1)$$

где  $m_{\Sigma}$  – обобщенная масса инструмента и движущейся части шпинделя,  $c_{\alpha}$ ,  $h_{\alpha}$  – коэффициенты упруго-диссипативной связи,  $x$  – величина характеризующая степень деформационного смещения между крайней режущей кромкой инструмента и креплением шпиндельного узла,  $P$  – осевая сила, препятствующая проникновению сверла в обрабатываемое изделие.

В качестве двигателя, обеспечивающего вращение сверла, примем двигатель постоянного тока с якорным управлением [2-6]. Именно такие двигатели стоят в созданных силовых сверлильных головках. Уравнение такого двигателя можно представить в виде [2-6]:

$$\begin{cases} J \frac{d\omega}{dt} = c_m I - M(t); \\ L \frac{dI}{dt} = U(t) - c_e \omega - R I; \end{cases} \quad (2)$$

где  $I$  – ток,  $U$  – напряжение, подаваемое на якорь двигателя,  $J$  – момент инерции ротора двигателя вместе со шпинделем (момент инерции в основном определяется конструктивными особенностями силовых сверлильных головок),  $R$ ,  $L$  – активное сопротивление и индуктивность якорной цепи двигателя,  $c_m$ ,  $c_e$  – конструктивные постоянные двигателя.

Площадь срезаемого слоя определим, как [2-6]:

$$\begin{aligned} S &= \int_{t-T}^t V dt = \int_{t-T}^t dt \rightarrow V \left[ \int_0^t dt - \int_0^{t-T} dt \right] = \\ &= Vt - V(t-T) = V \cdot T = \frac{V \cdot \pi}{\omega - \frac{d\alpha}{dt}}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $V$  – скорость подачи,  $\frac{d\alpha}{dt}$  – суммарная величина деформационных смещений шпиндельного узла и инструмента,  $T = \pi/\omega$  – полпериода вращения сверла и шпиндельного узла.

На основе известных данных [1-2], определим момент сопротивления главному движению как:

$$M = \frac{K_m \cdot \sigma \cdot D \cdot V \cdot \pi}{\omega - \frac{d\alpha}{dt}} \rightarrow \frac{d\alpha}{dt} > \omega, \quad (4)$$

где  $D$  – диаметр сверла,  $K_m$  – обобщенный поправочный коэффициент,  $\sigma$  – характеристика прочности обрабатываемого материала. Считая то, что осевое усилие связано с моментом (3) линейно, получим следующую общую модель упруго-диссипативных движений шпиндельного узла и привода, обеспечивающего вращение шпинделя со сверлом:

$$\begin{cases} J_{\Sigma} \frac{d^2\alpha}{dt^2} + h_{\alpha} \frac{d\alpha}{dt} + c_{\alpha} \alpha = \frac{K_m \cdot \sigma \cdot D \cdot V \cdot \pi}{\omega - \frac{d\alpha}{dt}} \\ T_{\Sigma} T_{эм} \cdot \frac{d^2\omega}{dt^2} + T_{эм} \frac{d\omega}{dt} + \omega = \frac{U}{C_e} - T_{dM} \cdot \frac{dM}{dt} - T_M M \end{cases} \quad (5)$$

где  $T_{\Sigma}$ ,  $T_{эм}$ ,  $T_{dM}$ ,  $T_M$  – постоянные времени двигателя, полученные в результате преобразования системы (2-4),

$$\frac{dM}{dt} = K_m \cdot \sigma \cdot D \cdot V \cdot \pi \frac{1}{\omega - \frac{d\alpha}{dt}} = K_m \cdot \sigma \cdot D \cdot V \cdot \pi \frac{\left( \frac{d^2\alpha}{dt^2} - \frac{d\omega}{dt} \right)}{\left( \omega - \frac{d\alpha}{dt} \right)^2} \quad (6)$$

производная во времени от момента, действующего на ротор двигателя.

Система уравнений (5) показывает, что координаты состояния управляемой системы  $\omega$ , и  $I$  определяются: управлением  $U(t)$  и моментом  $M(t)$ , формируемым в зоне резания. В свою очередь, силы, формируемые в зоне резания, зависят от траекторий движения пиноли и частоты вращения шпинделя. Традиционно при синтезе управления привод рассматривается независимо и его свойства синтезируются на основе скалярного представления. Однако из системы (5) становится ясно, что при условии представления момента в координатах состояния формируемая при этом связь объединяет две условно независимых подсистемы в единую систему связанного управления.

## 2. Результаты моделирования

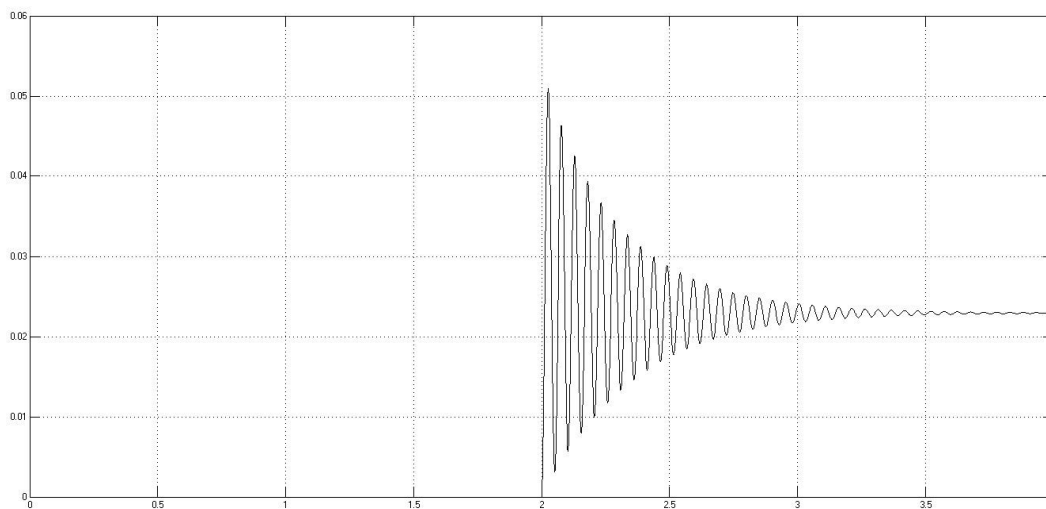


Рис. 2. Временная диаграмма угловых колебаний шпиндельного узла

Как видно из рисунка 2 угловые колебания шпинделя возникают при внедрении сверла в обрабатываемое изделие и после некоторого периода неустойчивости стягиваются к значению близкому к 0.02 радианам.

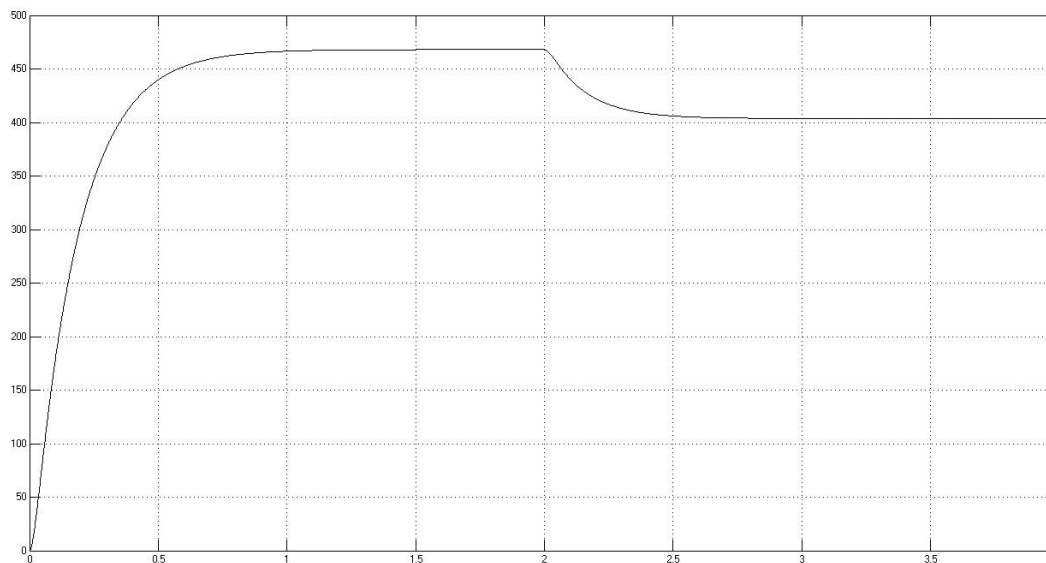


Рис. 3. Временная диаграмма скорости вращения ротора двигателя

Как видно из рисунка 3 после начала процесса сверления скорость вращения ротора двигателя падает почти на 50 рад/секунду, это обусловлено

скачком момента сопротивления, возникающего после внедрения сверла в изделие.

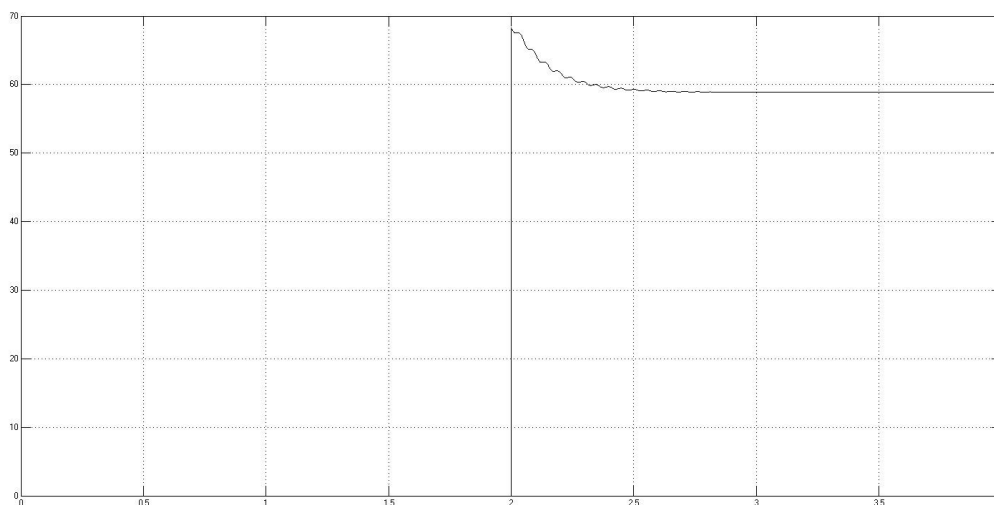


Рис. 4. Изменение момента сопротивления при сверлении

Как видно из рисунка 4 момент сопротивлению сверлению скачком нарастает в момент проникновения сверла в обрабатываемое изделие. Колебательная структура подающей части момента сопротивления обусловлена колебаниями скорости угловых деформационных движений шпиндельного узла.

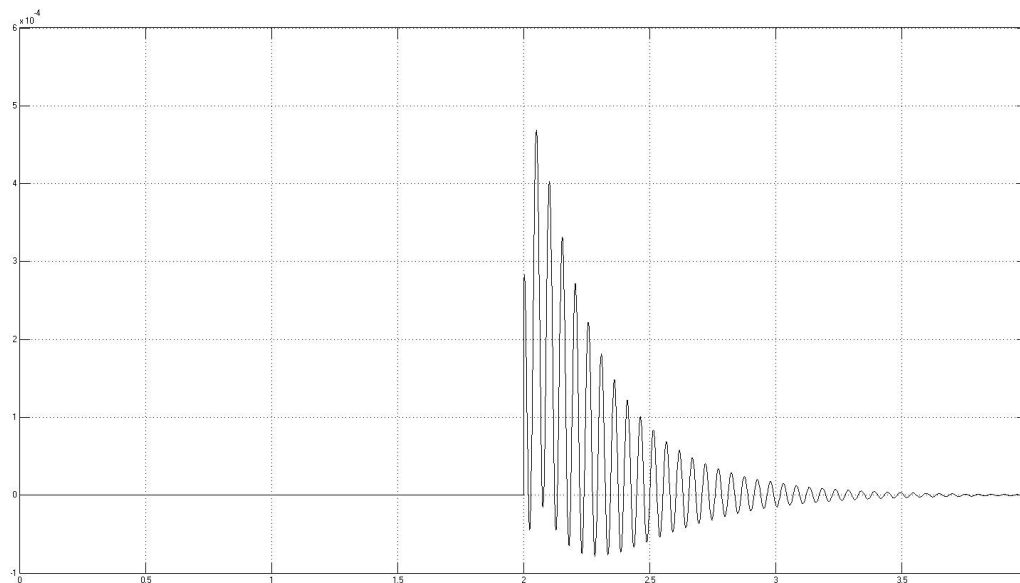


Рис. 5. Производная от момента сопротивления резанию

Как видно из рисунка 5 скорость изменения момента сопротивления полностью обусловлена скоростью изменения угловых деформаций шпиндельного узла.

Для рассматриваемого случая, скорость резания будет определяться не только скоростью вращения ротора двигателя, но и скоростью угловых деформаций шпиндельного узла, для рассматриваемого случая угловая скорость вращения сверла примет вид, представленный на рисунке 10.

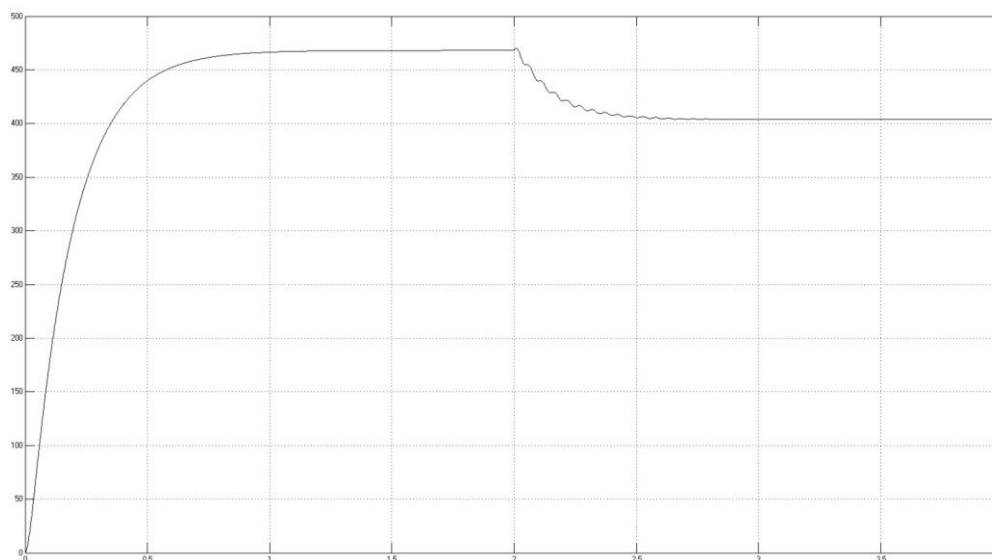


Рис. 6. Скорость вращения сверла

Скорость резания будет определяться скоростной характеристикой, представленной на рисунке 6. Как видно из этого рисунка в целом система управления при выбранных параметрах обеспечивает устойчивое сверление.

Одной из причин возможной потери устойчивости системы может быть увеличение скорости подачи, для случая рассмотренного выше скорость подачи была равна 0.027 мм/с. Посмотрим, как будет вести себя система при увеличении скорости подачи до значения 0.27 мм/с (см. рисунок 7).

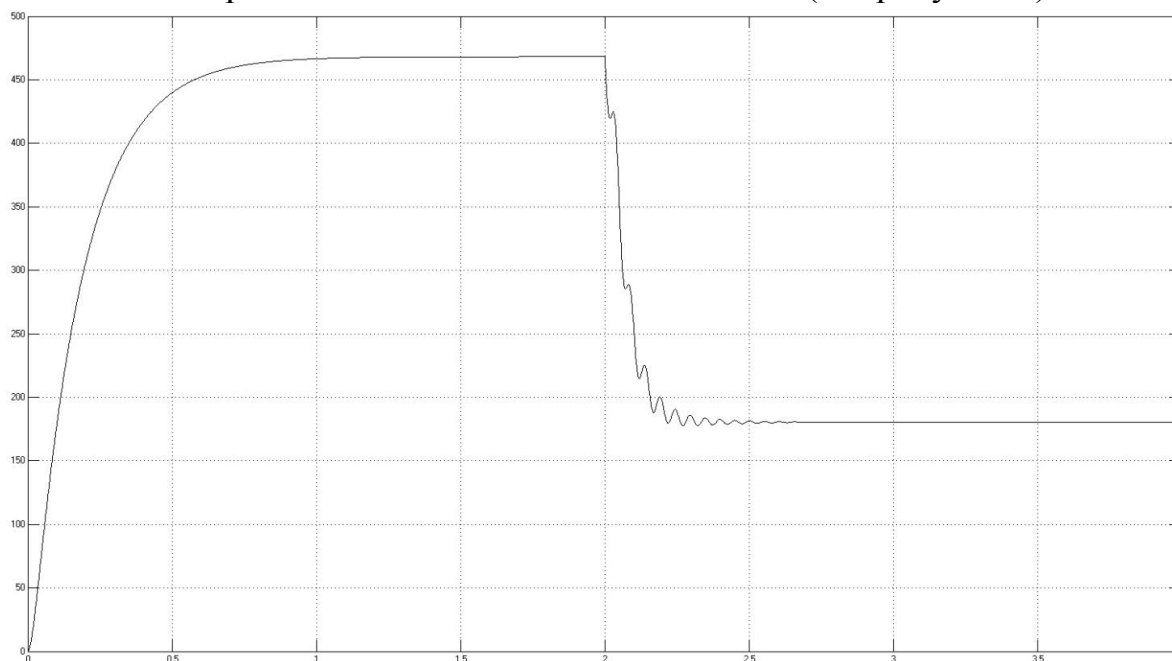


Рис. 7. Скорость вращения сверла

Как видно из рисунка 7 скорость вращения сверла существенно уменьшилась, но влияние угловых деформаций шпиндельного узла даже здесь не очень значительны.

Для проверки влияния угловых деформаций шпиндельного узла в критическом для системы состоянии еще немного увеличим скорость подачи до значения 1.1 рад/сек.

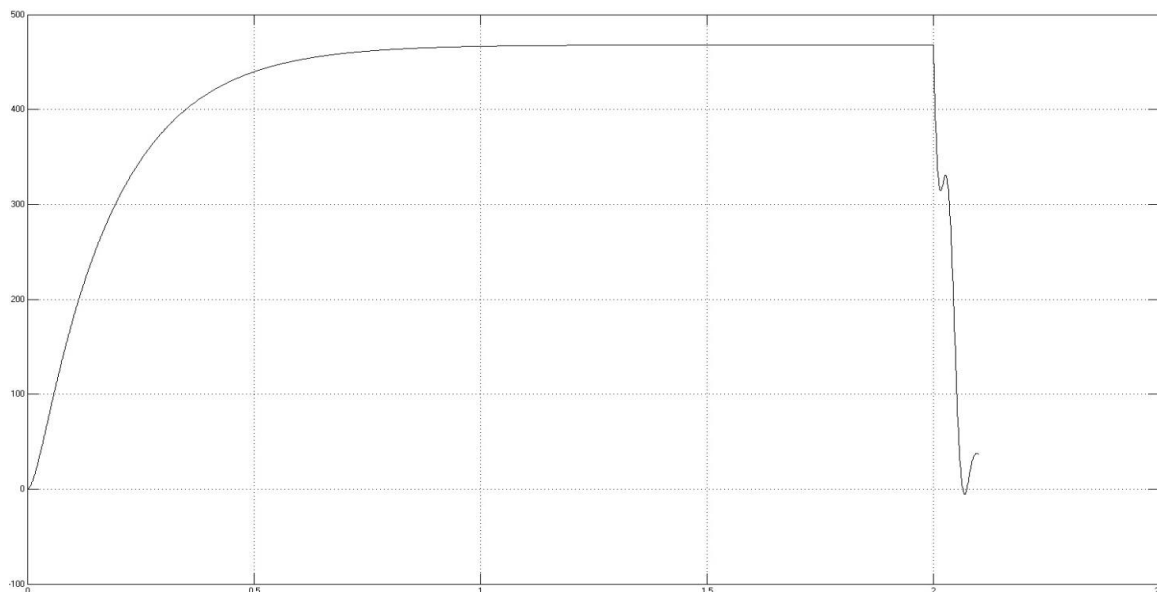


Рис. 8. Скорость вращения сверла

Как видно из рисунка 8 при указанной выше скорости подачи система теряет устойчивость, но механизм потери устойчивости связан с угловыми колебаниями шпиндельного узла.

### **Заключение**

Проведенные исследования показали, что принятая математическая модель процесса резания адекватно отражает процессы, протекающие при сверлении металлов на металлорежущих станках. При этом, в качестве механизма потери устойчивости в такого рода операциях могут выступать угловые деформационные колебания шпиндельного узла. Проведенные эксперименты наглядно подтверждают этот вывод.

### **Список литературы**

1. Итин А.М. Выбор скоростей быстрых перемещений в станках // СТИН, 1976 г, №4. С. 14-17.
2. Заковоротный В. Л., Лапшин В. П., Губанова А. А. Определение оптимальных траекторий при обработке с учётом эволюции процесса резания // Вестник Донского государственного технического университета. – 2014. – Т. 14, №. 3 (78) С. 5-12.
3. Заковоротный В. Л., Лапшин В. П., Туркин И. А. Влияние параметров серводвигателей на динамические свойства системы сверления глубоких отверстий спиральными свёрлами // Вестник Донского государственного технического университета. – 2014. – Т. 14, №. 2 (77). С. 56-65.
4. Лапшин В. П., Туркин И. А. Моделирование динамики формообразующих движений при сверлении глубоких отверстий малого диаметра // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2012. – №. 4 (110). С. 226-233.
5. Лапшин В. П., Туркин И. А. Влияние свойств сервопривода шпинделя на динамику сверления глубоких отверстий малого диаметра // Вестник Донского государственного технического университета. – 2013. – №. 5-6 (74). С. 125-130.
6. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки – 4 изд. – М.: Машиностроение. 1988. – 416 с.
7. Пучкин В.Н., Переверзев Д.А. и др. Повышение эффективности сверл, оснащённых пластинами из режущей керамики, при увеличении глубины сверления, Материалы и технологии XXI века. – Пенза, 2016.

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО ГОЛОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

**Турыгин Ю.В.**

доктор технических наук, профессор,  
Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова,  
Россия, г. Ижевск

**Коробейникова А.В.**

магистрант, Ижевский государственный технический  
университет им. М.Т. Калашникова, Россия, г. Ижевск

В статье рассмотрены основные принципы существующих систем адаптивного головного освещения (САГО), установленных на автомобилях, проведен анализ используемых адаптивных систем освещения; определены функции САГО. Предложена функциональная и структурная схема САГО.

*Ключевые слова:* фары, автомобиль, дорога, головное освещение, адаптивная система, адаптивная система головного освещения.

Современный автомобиль является сложной мехатронной системой. Особенно бурное развитие в последнее время получила автомобильная САГО, обеспечивающая безопасное движения автомобиля в условиях ограниченной видимости. Эта система позволяет: оптимизировать свет фар не только на автомобильную динамику рулевого управления и подсветки, но и окружающие погодные условия и видимость; улучшить визуальные условия, которые способствуют уверенности водителя, а также сократить время реакции водителя. Это все должно способствовать улучшению комфорта при движении.

Однако у отечественных производителей отсутствует адаптивная система головного освещения, поэтому была поставлена цель работы: разработать макетный образец, который будет имитировать работу САГО автомобиля. Примером современных решений в области автомобильной светотехники является адаптивная система головного освещения (Adaptive Forward Lighting – AFL), способная автоматически контролировать направление освещения в зависимости от угла поворота колес и скорости автомобиля, а также имеющая дополнительную систему, которая подсвечивает повороты и перекрестки [1].

В данном макете, будут рассмотрены следующие режимы:

Режим «Пешеходная зона» работает на скоростях от 3 до 30 км/час. Освещение края автодороги и обочины на 8°;

Режим «Городской свет» реализуется на скорости до 55 км/ч. Он характеризуется небольшой дальностью, горизонтальной светотеневой границей и широким распространением светового луча;



Функция динамического освещения поворотов включается в зависимости от угла поворота рулевого колеса и скорости автомобиля модуль фары поворачивается в горизонтальной плоскости на угол до  $15^\circ$ ;

Режим дальнего света работает как обычный дальний свет, но не требует от водителя переключения на ближний свет. В управлении дальним светом реализуется два подхода (способа): адаптивная или вертикальная светотеневая граница;

В соответствии с вышесказанным в данной статье предлагается рассмотреть основные функции адаптивной системы автомобиля.

#### **Анализ функций адаптивной системы освещения автомобиля**

*Функция динамического освещения поворотов фар* включается в зависимости от угла поворота рулевого колеса и скорости автомобиля модуль фары поворачивается в горизонтальной плоскости на угол до  $15^\circ$ . При повороте автомобиля поворачиваются не две фары, а только одна, ближняя к повороту. Это уменьшает опасность ослепления водителей, которые едут по дороге, на которую сворачивает автомобиль [2].

*Адаптивная светотеневая граница* используется как дополнение к ближнему и дальнему режиму освещения, чтобы исключить риск ослепления водителей других транспортных средств. Камера распознает встречные и впереди идущие автомобили. На основании этой информации, осуществляется изменение направления (поворот) светового пучка по вертикали. В зависимости от расстояния до встречного автомобиля затемняется необходимая часть пучка дальнего света. Затем автоматика снова переключается на полный дальний свет [3].

*Функция определения расстояния до объекта* измеряется с помощью 3D-камеры Canesta, которая с помощью импульсов инфракрасного света от лазеров или светоизлучающих диодов, освещает область обзора. Сенсорный чип формирует трехмерное изображение со скоростью 30 кадров в секунду, которое используется для распознавания объектов. Эта технология в реальном времени воспроизводит расстояние до каждого пикселя изображения. Эта функция используется во всех режимах работы фар [4].

*Функция предотвращения столкновений* помогает предотвращать наезд сзади на скоростях от 30 до 250 км/ч. Видеокамера обнаруживает препятствие и сообщает о расстоянии до препятствия. Видеокамера определяет встречные автомобили на расстоянии 1000 метров, а впереди идущие на расстоянии 500 метров. Камера распознает автомобили за счет автомобильных огней с помощью датчика освещения (только в режиме дальнего света) [5].

*Функция при подъемах и спусках* используется датчик положения кузова, определяющий профиль дороги. В качестве датчика положения кузова будет использоваться трехосевой акселерометр, который будет автоматически вычислять углы, на которые поднимается/опускается автомобиль на подъемах и спусках, и в соответствии с этим световой пучок автоматически регулируется. Такая функция используется только в темное время суток.

На основе анализа функций адаптивной системы автомобиля выявлены следующие входные устройства, которые будут использоваться в макетном образце:

- Датчик частоты вращения колес, необходим для определения скорости движения автомобиля;
- Датчик угла поворота рулевого колеса, используется для определения направления движения;
- Датчик положения кузова, служит определителем профиля дороги;
- Датчик освещения, используется для определения интенсивности освещения;
- Видеокамера, применяется для обнаружения транспортных средств, пешеходов и животных на дороге.

На основании проведенного анализа функций адаптивных систем освещения автомобиля, были определены следующие цели и задачи работы.

Цель работы состоит в создании адаптивной системы головного освещения автомобиля, обеспечивающей безопасное и комфортное управление автомобилем в условиях ограниченной видимости, и в том числе в темное время суток. Она служит для повышения видимости и для отображения информации о присутствии, положение, размеры и направление движения транспортного средства. Адаптивная система освещения оптимизирует систему освещения, работающую в ночное время на изогнутых дорогах, с помощью направленной системы управления фарами автомобиля.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- Провести анализ требований к современным САГО, сформулировать основные технические характеристики для создания макетного образца, разработать его функциональную и структурную схему САГО, алгоритм и программу управления САГО;
- Разработать математическую модель функционирования макетного образца САГО;
- Изготовить макетный образец и провести его экспериментальную апробацию.

Макетный образец должен иметь такую адаптивную систему освещения, которая на основе механизма адаптации и самообучения в автоматическом режиме учитывает постоянные изменения среды движения транспортного средства, косвенно оценивает первоначальные характеристики, обобщает полученную информацию и обеспечивает освещение дороги.

Объектом исследования выступает процесс интеллектуализации автомобиля. Предметом исследования является адаптивная система, а именно ее информационно-коммуникационная часть, которая обеспечивает освещение дороги впереди.

На начальном этапе необходимо разработать функциональную и структурную схему САГО. Эти разработанные схемы представлены в данной статье.

#### **Функциональная и структурная схема САГО автомобиля**

САГО автомобиля состоит из головного освещения и системы управления. Назначение этой системы состоит в обеспечении освещения проезжей

части дороги для водителя транспортного средства, чтобы управлять безопасно в ночное время суток. Она служит для повышения видимости и для отображения информации о встречных и впереди идущих транспортных средств. Адаптивная система освещения оптимизирует систему освещения, работающую в ночное время на изогнутых дорогах, с помощью направленной системы управления фарами автомобиля.

На основе проведенного анализа работы САГО выделены основные функции адаптивной системы, реализуемой макетным образцом. Функциональная система макетного образца представлена на рис. 1.



Рис. 1. Функциональная схема САГО

В этих режимах рассматриваются реализация следующих функций. Каждый режим содержит определенные функции в соответствии, с которыми производится поворот фары.

На основе функциональной схемы разработана структурная схема, представленная на рис. 2. Система использует входные данные от датчиков: руля, скорости, положения кузова, освещения и видекамеры.

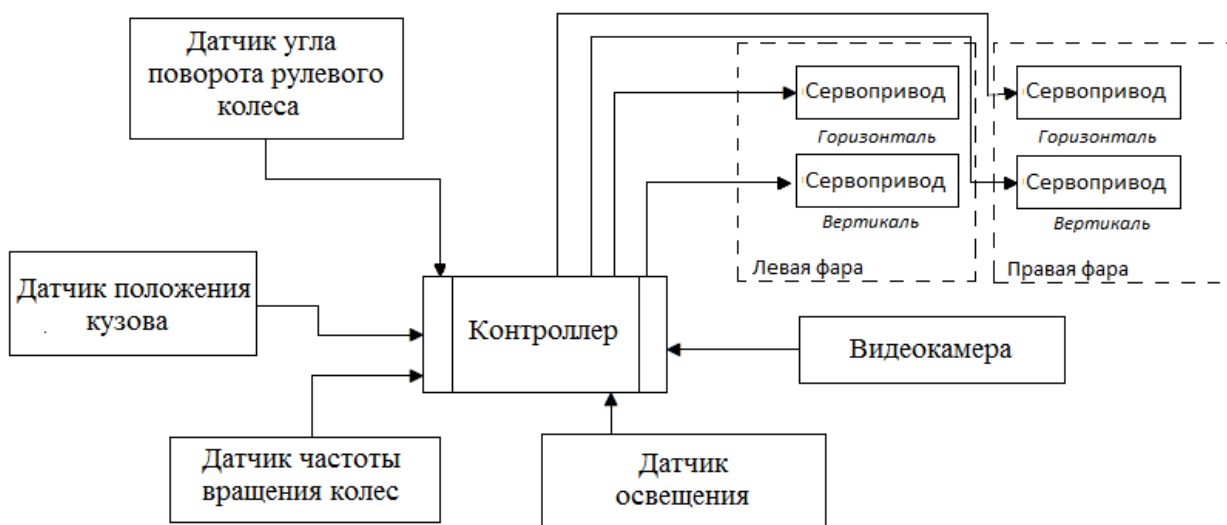


Рис. 2. Структурная схема САГО автомобиля

В данной структурной схеме отображена работа САГО, где главным управляющим элементом является контроллер, используемый для генерации управляющих сигналов для сервоприводов, а также для обработки сигналов с датчиков.

Датчик частоты вращения колес, необходим для определения скорости движения автомобиля. Этот датчик используется во всех функциях САГО.

Датчик угла поворота рулевого колеса, используется для определения направления движения. Он работает при включении сигнала поворота направо/налево и для освещения обочины.

Датчик положения кузова, служит определителем профиля дороги. Этот датчик срабатывает при спусках или подъемах автомобиля, автоматически поднимает и опускает световой пучок.

Датчик освещения, используется для определения интенсивности освещения. Он необходим для того чтобы определять режим день/ночь, чтобы автоматически включать ближний или дальний свет, а также для определения встречного автомобиля

Видеокамера, применяется для обнаружения транспортных средств, пешеходов и животных на дороге, а также определяет расстояние до объектов обнаружения.

### **Заключение**

В результате проведенного обзора и анализа информационных источников по САГО автомобиля установлено, что перспективным направлением является разработка адаптивных систем головного освещения. Сформулированы цель и поставлены задачи исследования и разработки макетного образца САГО. Определены функции САГО, реализуемые в макетном образце. Предложена функциональная и структурная схемы САГО автомобиля. Функциональная схема САГО автомобиля состоит из нескольких режимов, которые выполняют определенные функции в макете. Структурная схема отображает датчики, которые используются в САГО автомобиля. Проведенные работы будут способствовать развитию адаптивных систем головного освещения, обеспечивающих безопасное и комфортное управление автомобилем в условиях ограниченной видимости, и в том числе в темное время суток.

### **Список литературы**

1. AFL – инновационная система освещения [Электронный ресурс] Режим доступа URL: [http://opel.spb.ru/tehnologiya/afl\\_innovacionnaya\\_sistema\\_osveweniya\\_na\\_opel\\_vectra\\_i\\_signum/](http://opel.spb.ru/tehnologiya/afl_innovacionnaya_sistema_osveweniya_na_opel_vectra_i_signum/) (дата обращения: 4.10.2016);
2. Современные системы адаптивного освещения [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <http://remont-dizela.ru/novosti/kak-ustroenyi-sovremennyye-sistemyi-adaptivnogo-osveshheniya.html> (дата обращения: 6.10.2016);
3. Системы освещения Hella [Электронный ресурс] Режим доступа URL: [http://www.hella.com/MicroSite/knowhowtool/ru/Daten/ru/lwr3\\_kreislauf.xml](http://www.hella.com/MicroSite/knowhowtool/ru/Daten/ru/lwr3_kreislauf.xml) (дата обращения: 14.10.2016);
4. Датчики адаптивных систем [Электронный ресурс] Режим доступа URL: [http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2007\\_4\\_19.php](http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2007_4_19.php) (дата обращения: 25.10.2016);

5. Безопасные системы [Электронный ресурс] Режим доступа URL: [http://m.mercedes-benz.ru/?r=reload;rp=cu;st=-1;tcidm140648714344944=open/content/russia/mpc/mpc\\_russia\\_website/ru/home\\_mpc/passengercars/mobile/mbp/new\\_cars/model\\_overview/e-class/c207/facts\\_/safety.html](http://m.mercedes-benz.ru/?r=reload;rp=cu;st=-1;tcidm140648714344944=open/content/russia/mpc/mpc_russia_website/ru/home_mpc/passengercars/mobile/mbp/new_cars/model_overview/e-class/c207/facts_/safety.html) (дата обращения: 1.11.2016).

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КЛАУСА

*Ушаков Н.В.*

Астраханский государственный технический университет,  
Россия, г. Астрахань

В статье произведен расчет комбинированной системы автоматического регулирования соотношения  $H_2S:SO_2$  на выходе из печи реакции Клаус, целью которого является улучшение качества переходного процесса.

*Ключевые слова:* процесс Клауса, автоматизация, регулирование, комбинированные АСР, печь реакции.

Известно, что обеспечение требуемого качества регулирования технологического объекта в одноконтурной системе с отрицательной обратной связью (с использованием стандартных законов регулирования), может быть получено только при динамических характеристиках, которые можно назвать благоприятными [1]. Большинство реальных объектов управления в промышленности обладают большими значениями чистого запаздывания и постоянных времени передаточной функции. Поэтому одноконтурные системы регулирования обладают большой динамической ошибкой и длительными переходными процессами. Это относится и к системам, в которых рассчитаны оптимальные настройки регулятора. Повышение качества регулирования для таких объектов сопряжено с существенными трудностями и обуславливает необходимость перехода к более сложным системам, использующим дополнительные импульсы по возмущениям или вспомогательным выходных координатам [1]. Эти АСР будут содержать в своем составе не только регулятор, но и дополнительные устройства, такие как компенсаторы и вспомогательные регуляторы.

Пусть существует принципиальная возможность измерения самого «сильного» возмущения, оказывающего воздействие на объект, тогда можно утверждать о целесообразности применения комбинированной системы регулирования [1]. В этой системе действие контролируемого оказывающего воздействия будет компенсироваться дополнительным устройством – компенсатором, который находится в контуре обратной связи.

При анализе реакционной печи Клаус как объекта управления было выявлено наиболее сильно влияющее на режим её работы внешнее возмущение, которое можно измерить – изменение расхода кислого газа, поступающего в печь [2-3]. Решением в этом случае будет являться построение комби-

нированной АСР с компенсацией возмущения по каналу изменения расхода воздуха, в качестве закона регулирования выбирается ПИ-закон, обеспечивающий астатическое регулирование достаточно высокого качества [4]. Сигнал с устройства компенсации возмущения подается на вход объекта управления.

Для получения исходных данных при расчете АСР необходимо найти математические выражения, аппроксимирующие экспериментальные динамические характеристики объекта управления [5]. В инженерной практике часто используется метод интегральных площадей Симою М.П.

$$W_{ou}(s) = \frac{3}{22551.11s^2 + 243.33s + 1} * e^{-60s} \left[ \frac{\%}{\% \text{ x. p. o.}} \right],$$

где  $W_{ou}(s)$  – передаточная функция изменения соотношения  $\text{H}_2\text{S}:\text{SO}_2$  при изменении положения регулирующего органа.

$$W_{vozm}^G(s) = \frac{43.75}{1487608.82s^3 + 33184.59s^2 + 332.14s + 1} * e^{-90s} \left[ \frac{\%}{\frac{\text{HM}^3}{\text{c}}} \right],$$

где  $W_{vozm}^G(s)$  – передаточная функция изменения соотношения  $\text{H}_2\text{S}:\text{SO}_2$  при изменении расхода кислого газа.

Настройки регулятора были найдены методом расширенных частотных характеристик.

$$R(s) = C_1 + \frac{C_0}{s} = 0.40765 + \frac{0.0014339}{s} \left[ \frac{\% \text{ x. p. o.}}{\%} \right]$$

Передаточная функция идеального компенсатора находится в соответствии с выражением:

$$W_{ik}(s) = - \frac{W_{vozm}^G(s)}{W_{ou}(s)}$$

$$W_{ik}(s) = - \frac{22551.11s^2 + 243.33s + 1}{1487608.82s^3 + 33184.59s^2 + 332.14s + 1} * \frac{43.75}{3} e^{-30s} \left[ \frac{\% \text{ x. p. o.}}{\%} \right]$$

Компенсатор реализуем, поскольку он не содержит звеньев с отрицательным запаздыванием и порядок числителя передаточной функции не больше порядка знаменателя.

Однако, во многих случаях физически реализуемый идеальный компенсатор по своей структуре может оказаться очень сложным. Поэтому на практике идеальный компенсатор заменяют реальным, который может быть создан из числа достаточно простых динамических звеньев или их комбинаций. На основании формы комплексной частотной характеристики идеального компенсатора, выбрана структура реального компенсатора – апериодическое звено первого порядка.

$$W_{real}(s) = \frac{14.6}{35s + 1} \left[ \frac{\% \text{ x. p. o.}}{\%} \right]$$

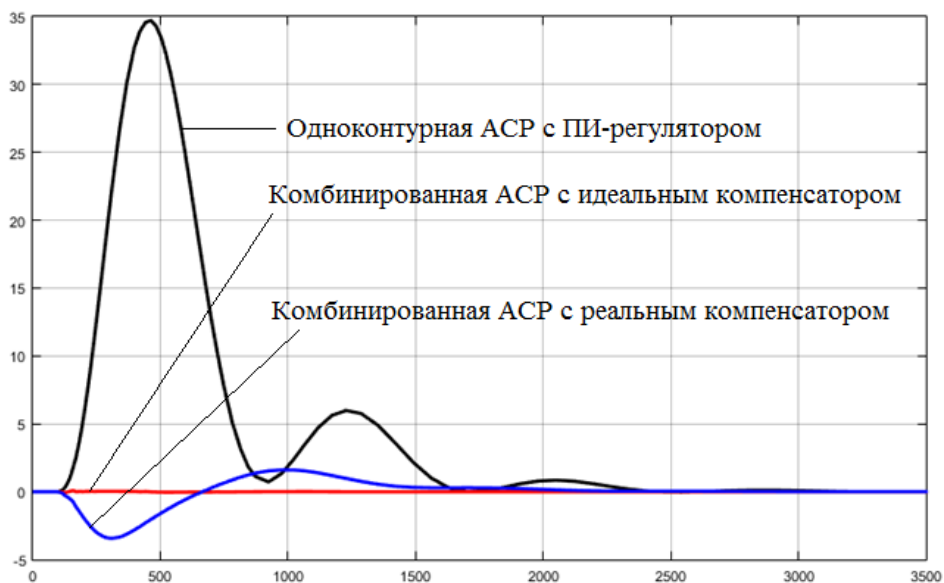


Рис. Сравнение переходных процессов

Одноконтурная АСР с ПИ-регулятором:

- Время регулирования  $t_p = 1700$  с;
- Перерегулирование  $\sigma = |y_{\max 1} - y_{\text{уст}}| = 34.7$ ;
- Время достижения первого максимума  $t_{\max} = 450$  с;

Комбинированная АСР:

- Время регулирования  $t_p = 1500$  с;
- Перерегулирование  $\sigma = |y_{\max 1} - y_{\text{уст}}| = 3.5$ ;
- Время достижения первого максимума  $t_{\max} = 310$  с;

По показателям качества рассчитанная комбинированная АСР превосходит одноконтурную систему регулирования, следовательно, применение комбинированной АСР для данного объекта является целесообразной. Время регулирования сократилось на 200 с., перерегулирование уменьшилось в 9,9 раз, время достижения первого максимума снизилось до 310 с., вместо 450 с. Данная система позволит значительно улучшить процесс и предельно снизить возможность превышения максимально допустимых параметров основной регулируемой величины.

#### Список литературы

1. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов // Е.Г. Дудников – М.: Химия, 1987. – 368 с.
2. Проталинский О.М., Савельев А.Н., Щербатов И.А. Оптимальное управление технологическим процессом Клауса в условиях неопределенности. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2006. № S. С. 19-25.
3. Проталинский О.М., Мичуров Ю.И., Щербатов И.А. Гибридная модель каталитического реактора процесса Клауса // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2005. № 2. С. 23.
4. Щербатов И.А. Снижение объемов промышленных выбросов крупнотоннажных установок с использованием экспертной информации // Вестник Астраханского госу-

дарственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2009. № 1. С. 121-125.

5. Антонов О.В., Щербатов И.А. Методика создания тренажерных комплексов для слабоформализуемых химико-технологических процессов // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2008. № 1. С. 103-106.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ**

*Харитонова А.М.*

ст. преподаватель кафедры компьютерных технологий,  
Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова,  
Россия, г. Чебоксары

В статье приводятся результаты исследования состояний автоматизированной системы управления производством непосредственно в процессе выполнения заказов. Исследования проводятся на программной модели одного из компонентов автоматизированной системы. В качестве инструмента реализации использована платформа .NET Framework с применением компонентов набора State Machine.

*Ключевые слова:* автоматизированные системы, производственный процесс, конечный автомат, поток выполнения заказа, прикладная онтология.

Статья посвящена исследованиям по расширению теоретической и практической базы для ускорения разработки собственных автоматизированных систем с применением отечественных и зарубежных технологий. В работах [4, 5] дается описание модели подсистемы контроля комплектующих автоматизированной системы управления производством. В основе ее реализации лежит классический конечный автомат, цепочки алфавита которого определяют циклы выполнения производственных заказов. Модель демонстрирует распознавание той или иной цепочки из совокупности цепочек, каждая из которых состоит из одного или нескольких шагов на конфигурациях своего конечного автомата. Входная цепочка выбирается пользователем подсистемы автоматизированного контроля комплектующих (АКК). Каждому участнику производственного процесса соответствуют собственные цепочки для продвижения заказов при выполнении текущего задания.

В данной статье приводится описание очередного этапа разработки и реализации упомянутой выше модели. На этом этапе проводятся исследования особенностей разработки интерфейсов пользователей автоматизированных систем, в частности, возможность применения в обработчиках событий методов обработки речевых сигналов, предложенных в работах [1, 2]. В связи с этим проводится формирование банка сигналов для использования их в процессах обработки событий обслуживаемых рабочих потоков. В процессах анализа и формирования динамических составляющих базы знаний предметной области с применением программной модели разрабатываются новые методы обслуживания событий, возникающих при выполнении заказов.



Инфраструктура технологии .NET Framework, на базе которой реализована модель, – это набор услуг для таких условий, когда исполнение заказа может занять долгое время, необходимы приостановки или отмены процессов, или требуется проводить анализ и изменение логики ведения процессов. Компонент Windows Workflow Foundation инфраструктуры .NET Framework предоставляет пользователю возможность анализировать протекание процессов выполнения заказов для любой предварительно заданной цепочки и использования результатов анализов для управления текущими потоками. Для этого подсистема Workflow платформы .NET Framework предоставляет пользователю два способа: стандартный вызов и приложение. В первом случае данные поступают в поток выполнения заказа в виде предварительно заданного словаря входных параметров, а возвращаются в выходном словаре полученных результатов. Во втором случае заказ запускается как приложение. Данные в поток поступают так же, в составе словаря входных аргументов, но предварительно создается особый механизм, которому при наступлении событий делегируются результаты выполнения приложения для дальнейшей обработки. После завершения приложения можно получить значение любого аргумента выходного словаря, также анализировать причины возникновения других событий при выполнении приложения.

Реализация конечного автомата основана на анализе записей в файлах баз данных, формируемых в процессе выполнения производственных заказов. Для формирования этих записей создаются специальные функции, которые связаны с двумя типами задач: прямыми и обратными. Прямые задачи связаны с расчетами из основных принципов функционирования данного предприятия. А обратные – связаны с обработкой данных производственного процесса, что позволяет в дальнейшем классифицировать их выходные данные как динамические. В составе исполняемых запросов используются предикаты, которые позволяют анализировать наличие ресурсов для выполнения соответствующих функций перехода. Основная задача разработки онтологии сводится к созданию методов автоматизированного связывания структуры и содержимого источников данных с концептуальной моделью предметной области, к разработке алгоритмов поиска фактов, извлеченных из исходных описаний или баз данных. На базе проведенных исследований предполагается формирование прикладной онтологии для заполнения имеющейся онтологии верхнего уровня конкретными фактами данной предметной области.

#### Список литературы

1. Алюнов Д.Ю. Классификация помех и искажений в речевом сигнале. // В сборнике: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 12 частях. 2015. С. 14-15.
2. Алюнов Д.Ю., Сергеев Е.С., Пигачев П.В., Мытников А.Н. Реализация алгоритма разработки и распознавания речи. // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3-2. С. 225-230.
3. Михайлов В.А., Андреев Е.Д., Сергеев Е.С. Методы и приемы использования ТРИЗ на производстве // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 166.

4. Харитонов А.М. Применение современных средств разработки автоматизированных систем // Современные тенденции развития науки и технологий. Периодический научный сборник по материалам XXI Международной научно-практической конференции. 2016. № 12-3. с. 92-96.

5. Харитонов А.М., Сергеев Е.С., Пигачёв П.В. Модели и методы применения и развития автоматизированных систем // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 398.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

***Чиркин Р.В., Сычевский А.М., Слесарев А.Н.***

студенты кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»,  
Научный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, Россия, г. Москва

***Шаланова Е.А.***

студент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»,  
Научный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, Россия, г. Москва

В статье обоснована актуальность использования пластинчатых теплоутилизаторов, которые применяются на сегодняшний день в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Сравнивают пластинчатые теплоутилизаторы в зависимости от схемы движения воздушных потоков.

*Ключевые слова:* теплоутилизация, регенерация тепла, рекуперативный теплообменник, обмерзание, коэффициент эффективности.

Теплоутилизаторы служат для использования теплоты, удаляемого из помещений системами вентиляции, воздуха для нагрева приточного наружного воздуха, в холодный период. Таким образом существенно снижается количество теплоты, забираемое из теплогенераторов и тепловых сетей. Так же, в теплый период года, когда температура воздуха внутри помещения ниже, чем наружная, их используют для уменьшения расхода холода, и соответственно, понижают нагрузку на холодильные машины.

На сегодняшний день различают следующие теплообменники: рекуперативные, контактные, регенеративные.

Пластинчатые относят к рекуперативным теплообменникам, то есть в которых теплообмен между двумя средами осуществляется через стенку, таким образом теплоносители не контактируют между собой и наличие в приточном воздухе загрязнений, бактерий, и неприятных запахов исключается.

В большинстве применяют пластины из алюминия, реже из нержавеющей стали. Так же могут применяться пластины из неметаллических материалов, которые способны впитывать и отдавать влагу (обработанная бумага;

гидрофильные химические вещества, находящиеся между пластмассовыми пластинами). Таким образом в металлических теплообменниках передаётся только явная теплота или полная теплота, а в неметаллических помимо теплоты происходит передача влаги.

Поверхности для прохода воздуха создают гладкие пластины или профилированные, для большей площади теплообмена. Расстояние между пластинами может быть различным, в зависимости от моделей от 1,8 до 12 мм.

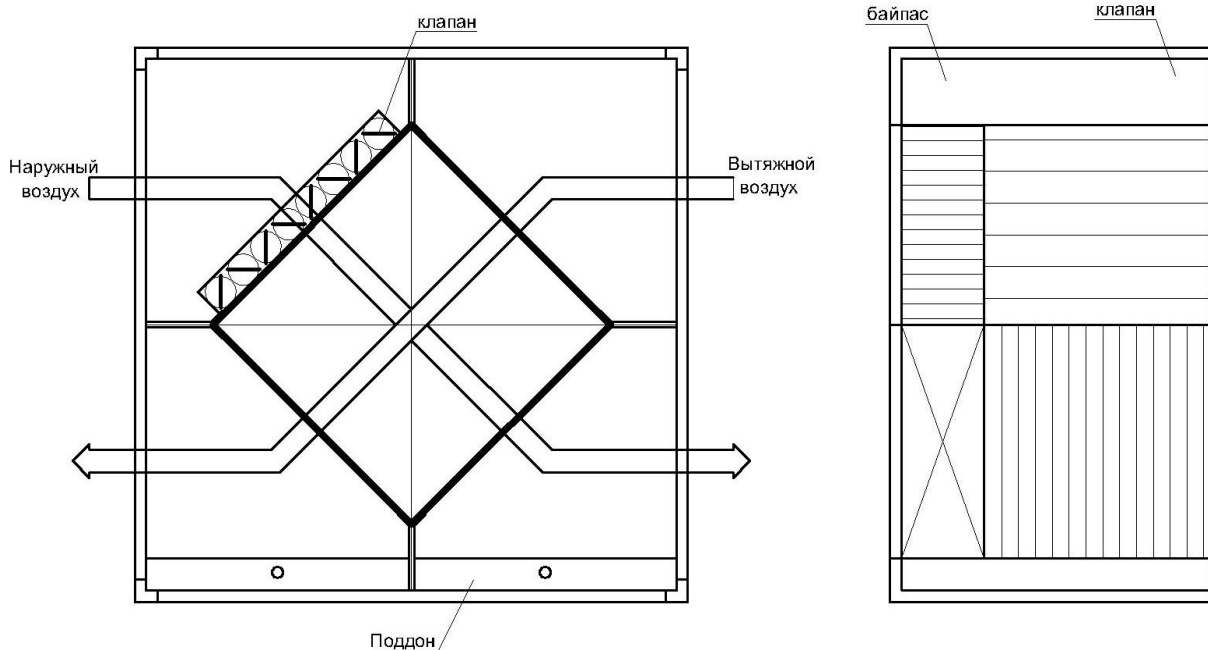


Рис. Пластинчатый теплообменник с перекрестной схемой теплообмена

Движение теплообменивающихся потоков в пластинчатых теплоутилизаторах может быть организовано по прямоточной, противоточной и перекрестной схеме (см. рис.). Самое высокое значение коэффициента эффективности достигается при противоточной схеме. Чаще всего применяется перекрестная схема движения потоков воздуха, так как применение противоточной схемы движения осложнено необходимостью обеспечения герметичности воздушных распределительных камер. Среднее значение коэффициента эффективности при перекрестной схеме составляет от 0,5 до 0,8 [1].

В теплообменниках данного типа существует вероятность обмерзания, со стороны вытяжного воздуха, при низких значениях температуры наружного. Эта проблема актуальна практически на всей территории России. Замерзание происходит сначала в одном канале, и он перекрывается, таким образом повышая аэродинамическое сопротивление и уменьшая расход вытяжного воздуха, проходящего через сечение. Затем происходит обмерзание второго канала. По этой причине пластинчатые теплообменники изготавливаются с байпасом с регулирующими клапанами по приточному воздуху. При опасности замерзания теплообменника, клапана изменяют соотношение потоков через теплообменник и байпас, не давая конденсату замерзнуть.

Рассмотренные теплоутилизаторы, в отличие от других, имеют ряд следующих преимуществ: отсутствие или минимальное значение перетоков; малое аэродинамическое сопротивление; простота конструкции и монтажа; простота эксплуатации; относительно высокий коэффициент эффективности теплообмена.

#### Список литературы

1. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. – М.: Евроклимат, 2006. – 640 с.: ил. – (библиотека климатехника).
2. Вишневский Е.П. Перспективные технические решения систем вентиляции бытового и производственного назначения в суровых климатических условиях. – М.: Петроспек-Центр, 2003.
3. Мирам А.О., Павленко В.А. Техническая термодинамика, тепломассообмен: Учебное издание. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 352 с.

### ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЁТ БЛОКА МАНИФОЛЬДОВ ПОЛУПРИЦЕПНОГО ТИПА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

**Щербак А.П.**

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

**Киреев С.О.**

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

**Кадеров Х.К.**

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

Статья посвящена проектировочному прочностному расчёту рамы трейлерного типа к блоку манифольдов для гидроразрыва пласта. В статье была предложена конструкция манифольда низкого давления, выполненная в качестве рамы полуприцепа, имеющая преимущества в весе перед рамой, не совмещённой с манифольдом низкого давления.

*Ключевые слова:* блок манифольдов трейлерного типа, гидравлический разрыв пласта.

#### Введение

Данная статья посвящена проектировочному прочностному расчёту блока манифольдов полуприцепа типа с рамой, совмещённой с манифольдом низкого давления для подключения до 10 насосных установок при проведении гидравлического разрыва пласта.

Одним из эффективных методов повышения продуктивности скважин, вскрывающих такие пласты, и увеличения темпов отбора нефти из них, является гидравлический разрыв пласта (ГРП). Гидравлический разрыв может быть определен как механический метод воздействия на продуктивный пласт, при котором порода разрывается по плоскостям минимальной прочности благодаря воздействию на пласт давления, создаваемого закачкой в пласт флюида. Флюиды, посредством которых с поверхности на забой скважины передается энергия, необходимая для разрыва, называются жидкостями разрыва.

В результатекратно повышается дебит добывающих или приемистость нагнетательных скважин за счет снижения гидравлических сопротивлений в призабойной зоне и увеличения фильтрационной поверхности скважины, а также увеличивается конечная нефтеотдача за счет приобщения к выработке слабо дренируемых зон и пропластков [1].

Одним из важнейших элементов оборудования для гидравлического разрыва пласта является блок манифольдов (БМ), предназначенный для соединения смесительной установки (блендера) с насосными установками по линии низкого давления и насосных установок с устьем скважины по линии высокого давления. Блок манифольдов может быть смонтирован как на полуприцепе, так и на раме (салазках) [5].

#### **Основная часть**

Для разработки технической документации и компоновочных схем модели трейлера, был проведён сравнительный анализ существующих блоков манифольдов, смонтированных на полуприцепе [2]. Были выявлены все преимущества и недостатки анализирующих моделей. Затем по технической документации была разработана 3d модель блока манифольдов трейлерного типа, показанная на рисунке 1. Рама трейлерного типа спроектирована с помощью программы Компас 3d v16. Разработанная модель, показанная на рисунке 3, имеет преимущества перед другими манифольдами трейлерного типа в том, что у неё манифольд низкого давления совмещен с рамой. Это позволяет уменьшить количество металла, используемого при постройке рамы, что влечёт за собой снижение массы конструкции [4].

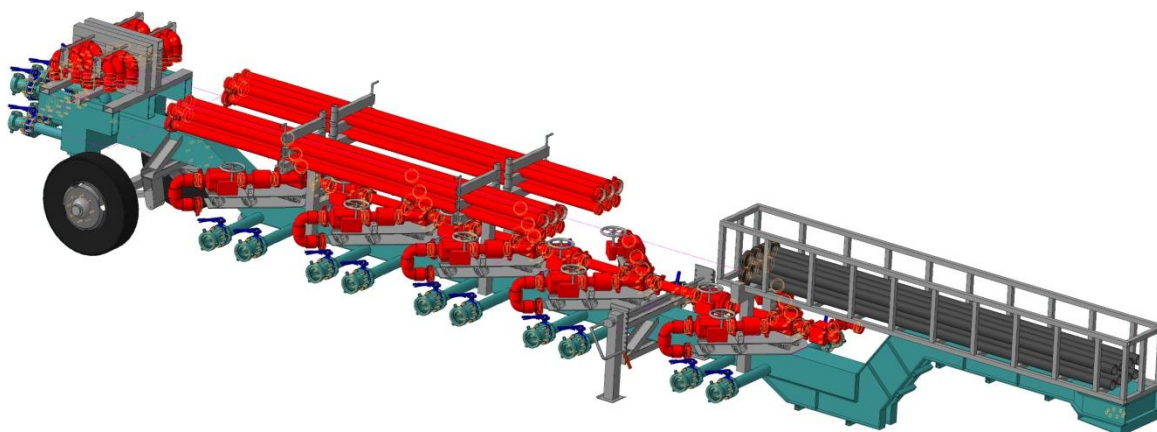


Рис. 1. Блок манифольдов полуприцепного типа с рамой, совмещённой с манифольдом низкого давления

Рама трейлерного типа рассчитана на прочность с помощью средств программы АРМ FEM включенной в состав САПР Компас 3d v16. Расчет прочности рамы проводился для четырех состояний БМ [3].

Перед началом расчёта на прочность проектируемую модель, показанную на рисунке 2, разбивают на конечно-элементные сетки. Параметры и результаты разбиения следующие: Максимальная длина стороны элемента [мм] – 45, Максимальный коэффициент сгущения на поверхности – 1, Коэффициент разрежения в объеме – 1.5, Количество конечных элементов – 372890, Количество узлов – 125354.

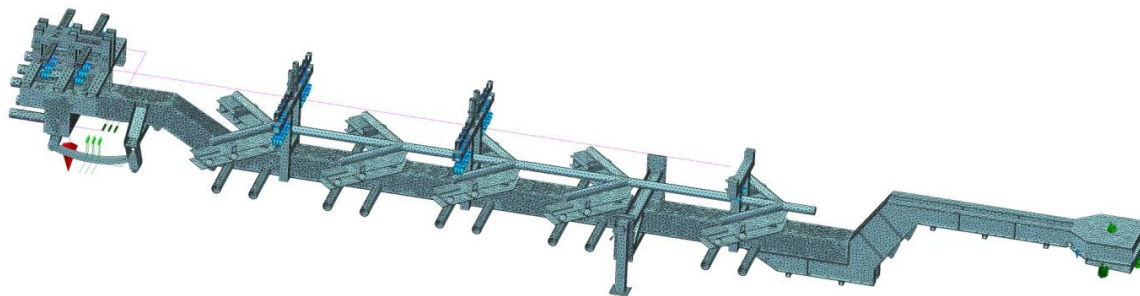


Рис. 2. Разбиение модели на конечно-элементную сетку

1) Статический расчёт – моделирование стоянки трейлера, прицепленного к тягачу с помощью седельно-сцепного устройства.

При проведении статического расчёта рама трейлерного типа была закреплена за шкворень седельно-сцепного устройства и параболическую подвеску следующим образом: шкворень закреплён по трём осям X, Y, Z; левая рессора закреплена по двум осям Y, Z; правая рессора закреплена по оси Y. Так же в местах ложементов под трубы высокого давления, колено-шарнирных соединений и корзины для рукавов низкого давления к раме приложены нагрузки, соответствующие их силе тяжести. Значение ускорения свободного падения при расчете было принято равным  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

В результате расчёта эквивалентного напряжения по Мизису было получено максимальное значение равное 14,5 МПа. Это наглядно видно на рисунке 3. На рисунке 4 показан коэффициент запаса по прочности, который составляет 28.

Статический расчет конструкции показал, что максимальное эквивалентное напряжение по Мизису равно 14,5 МПа, коэффициенты запаса по прочности и по текучести равны соответственно  $K_{\text{п}} = 28$ ;  $K_{\text{т}} = 18$ .

2) Статический расчет – Моделирует стоянку полуприцепа на аутригерах.

Расчёт моделирует ситуацию, когда блок манифольдов трейлерного типа рассоединяют с тягачом и ставят его на механические аутригеры в рабочем горизонтальном состоянии.

При проведении расчёта, моделирующего стоянку трейлера на аутригерах, рама была закреплена по трём осям X, Y, Z за лапы аутригеров; левая рессора закреплена по двум осям Y, Z; правая рессора закреплена по оси Y. Значения нагрузок приложенных к раме соответствуют нагрузкам, прило-

женным в первом статическом расчете. Параметры разбиения модели на конечно-элементную сетку так же остались не изменными.

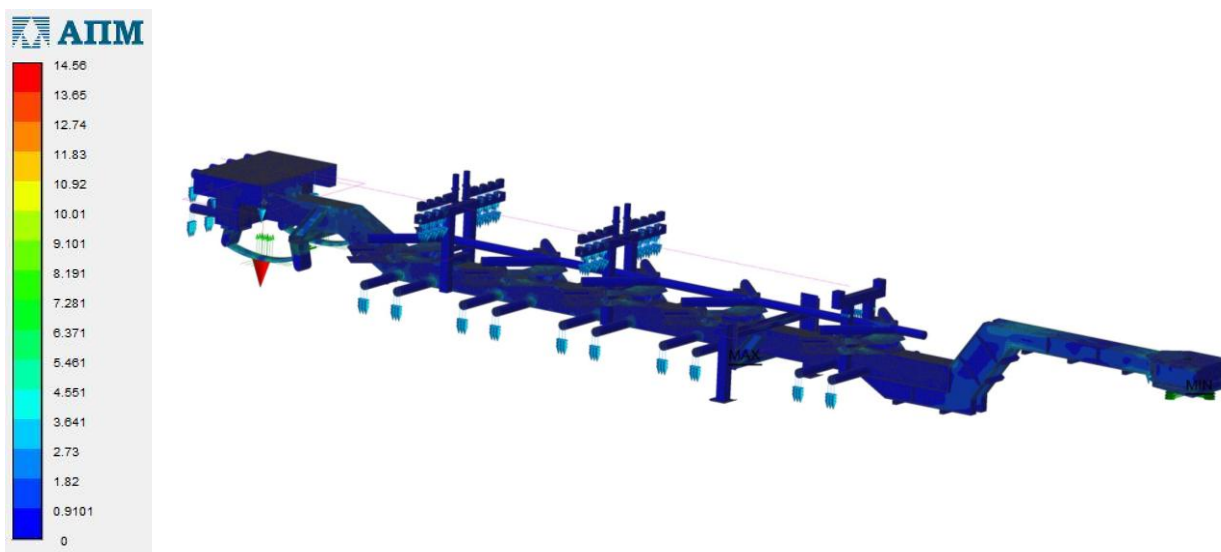


Рис. 3. Эквивалентные напряжения по Мизесу

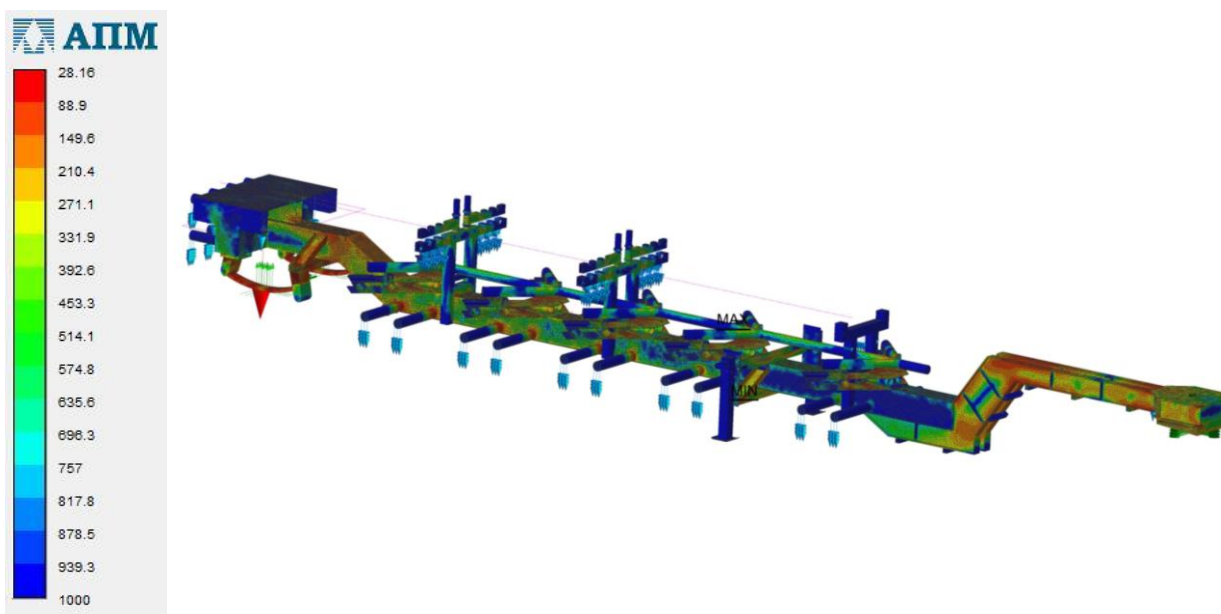


Рис. 4. Коэффициент запаса по прочности

Статический расчёт, моделирующий стоянку на аутригерах, показал, что максимальное эквивалентное напряжение по Мизесу, которое показано на рисунке 5, равно 94,3 МПа. Наглядно видно, что максимальное напряжение возникает в месте крепления механических аутригерах, в углу соединения двух швеллеров. Соответственно и коэффициенты запаса по прочности и по текучести, показанные на рисунке 6, возникают там же в месте крепления механических аутригеров, и равны  $K_{\Pi} = 4,3$ ;  $K_T = 2,9$ .



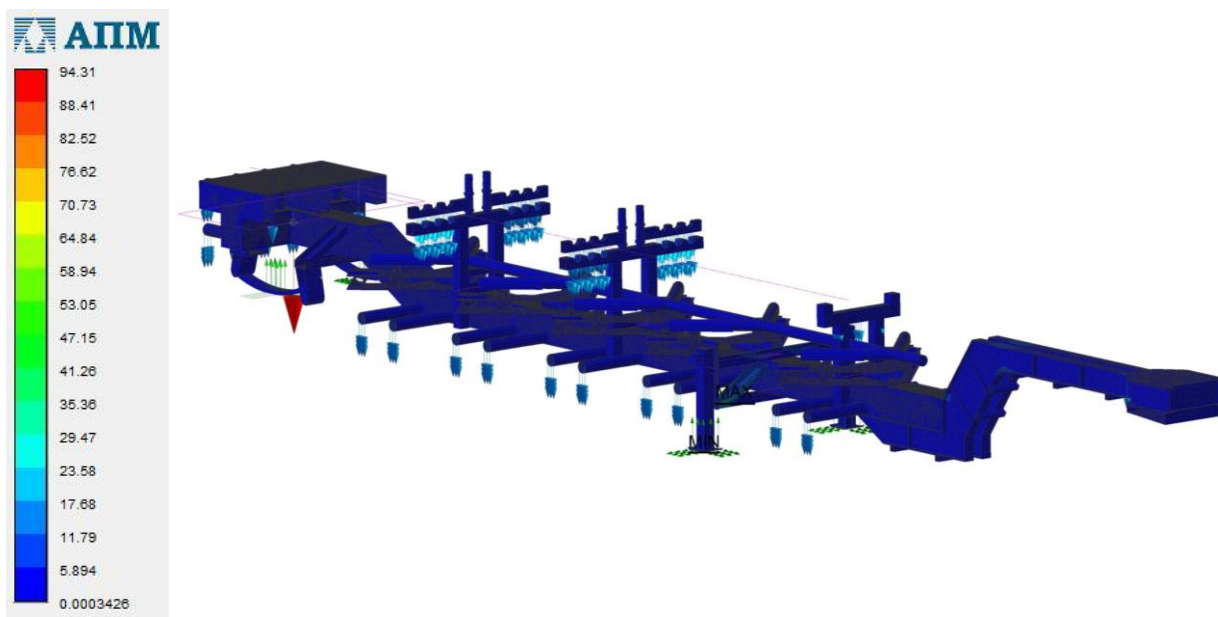


Рис. 5. Эквивалентные напряжения по Мизесу

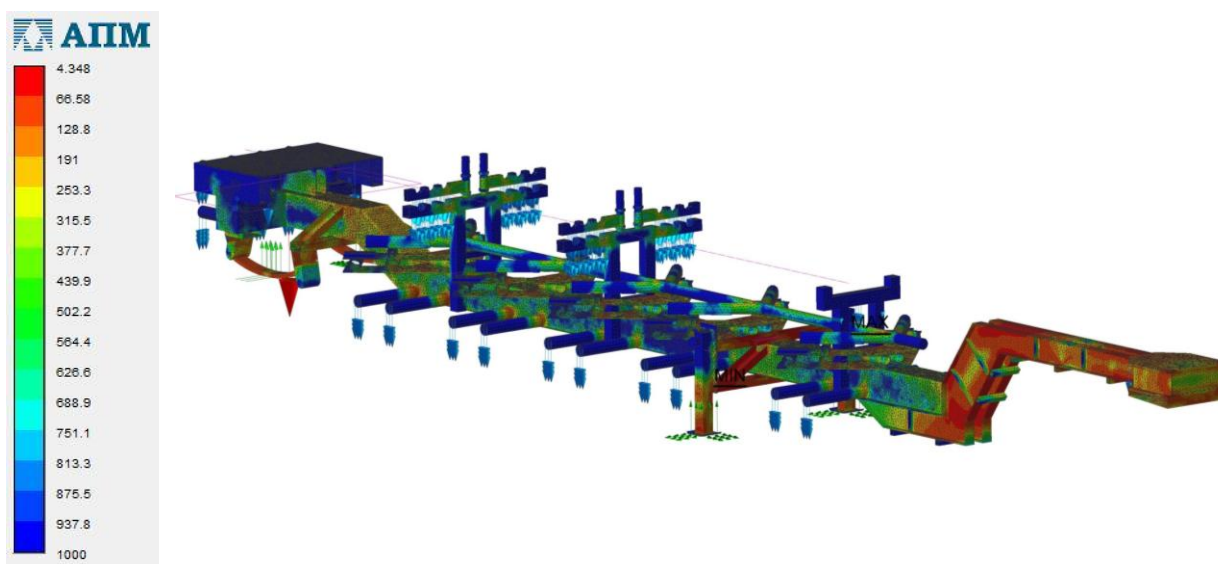


Рис. 6. Коэффициент запаса по прочности

3) Статический расчёт – моделирование ситуации вывешивание одного из колёс задней оси полуприцепа.

Данный расчёт моделирует ситуацию, когда полуприцеп одним из колёс попадает в яму. Происходит полный отрыв колеса от опорной поверхности. При этом рама трейлера испытывает кручение.

При проведении статического расчёта, моделирующего ситуацию вывешивания одного из колёс задней оси полуприцепа, рама трейлера была закреплена по трём осям X, Y, Z за шкворень седельно – сцепного устройства. Левое колесо задней оси было закреплено по двум осям Y, Z. Соответственно правое колесо не закреплено. Значения нагрузок, приложенных к раме, соответствуют нагрузкам, приложенным в статическом расчете, рассмотренном выше.



Расчёт, моделирующий ситуацию полного отрыва от опорной поверхности одного из колёс задней оси полуприцепа, показал, что максимальное эквивалентное напряжение по Мизесу, показанное на рисунке 7, равно 19,6 МПа. Наглядно видно, что максимальное напряжение возникает в верхней части крепления манифольда высокого давления на стороне вывешивающего колеса.

Минимальные коэффициенты запаса по прочности и по текучести, показанные на рисунке 8, возникают в рессоре параболической подвеске, противоположной вывешивающего колеса, и равны соответственно  $K_{\Pi} = 24$ ;  $K_{T} = 15$ .

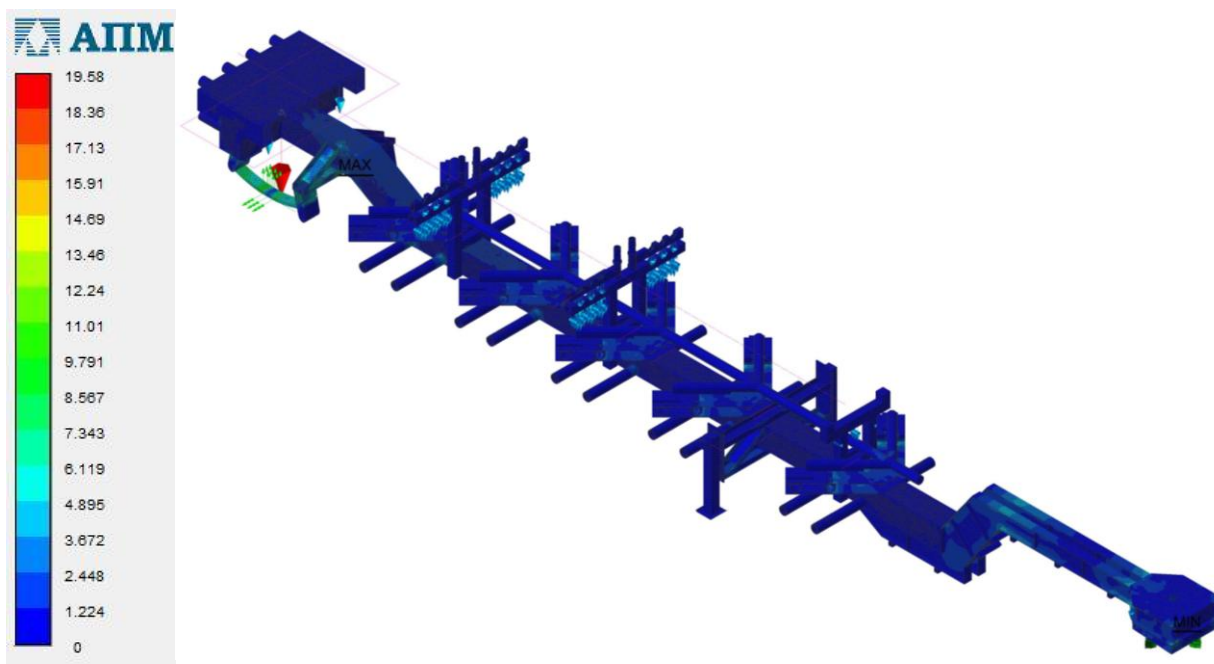


Рис. 7. Эквивалентные напряжения по Мизесу

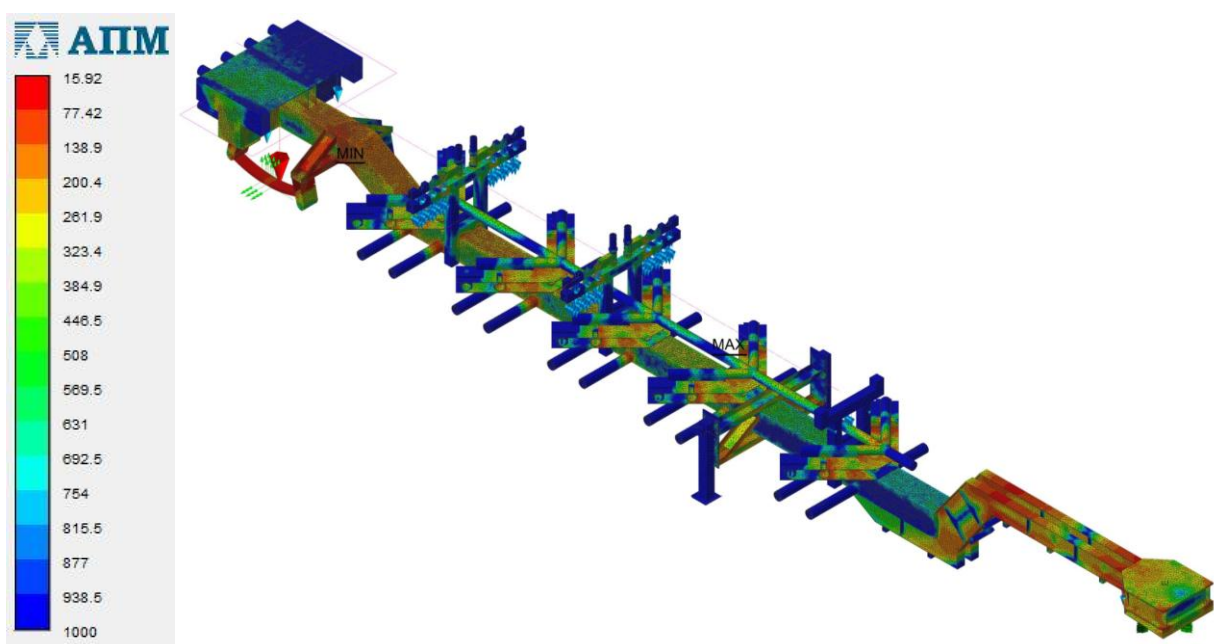


Рис. 8. Коэффициент запаса по прочности

4) Динамический расчет – Моделирование ситуации резкого торможения полуприцепа.

При проведении динамического расчета моделирующего ситуацию резкого торможения полуприцепа, рама полуприцепа типа была закреплена таким же образом, как и при статическом расчете, моделированным стоянку трейлера, прицепленного к тягачу с помощью седельно-сцепного устройства. Значения нагрузок приложенных к раме соответствуют нагрузкам, приложенным в статическом расчете. Параметры разбиения модели на конечно-элементную сетку так же остались неизменными. При резком торможении, трейлер воспринимает нагрузку равную  $2g$  ( $19,62 \text{ м/с}^2$ ) по оси X и  $g$  ( $9,81 \text{ м/с}^2$ ) по оси Y.

Расчет, моделирующий ситуацию резкого торможения полуприцепа, показал, что максимальное эквивалентное напряжение по Мизесу равно, показанное на рисунке 9, равно  $79,9 \text{ МПа}$ , коэффициенты запаса по прочности и по текучести, показанные на рисунке 10, равны соответственно  $K_n = 5,1$ ;  $K_T = 2,9$ .

Таким образом, в результате работы была разработана рама трейлерного типа, совмещённой с манифольдом низкого давления, которая отвечает всем современным требованиям к данному виду оборудования. Для проверки конструкции на прочность был произведен расчет рамы для четырех ее состояний, полученные при этом коэффициенты запасов прочности превышают минимальное значение  $K=1,5$ , а значит, разработанная рама трейлерного типа выдерживает нагрузки, возникающие при её эксплуатации.

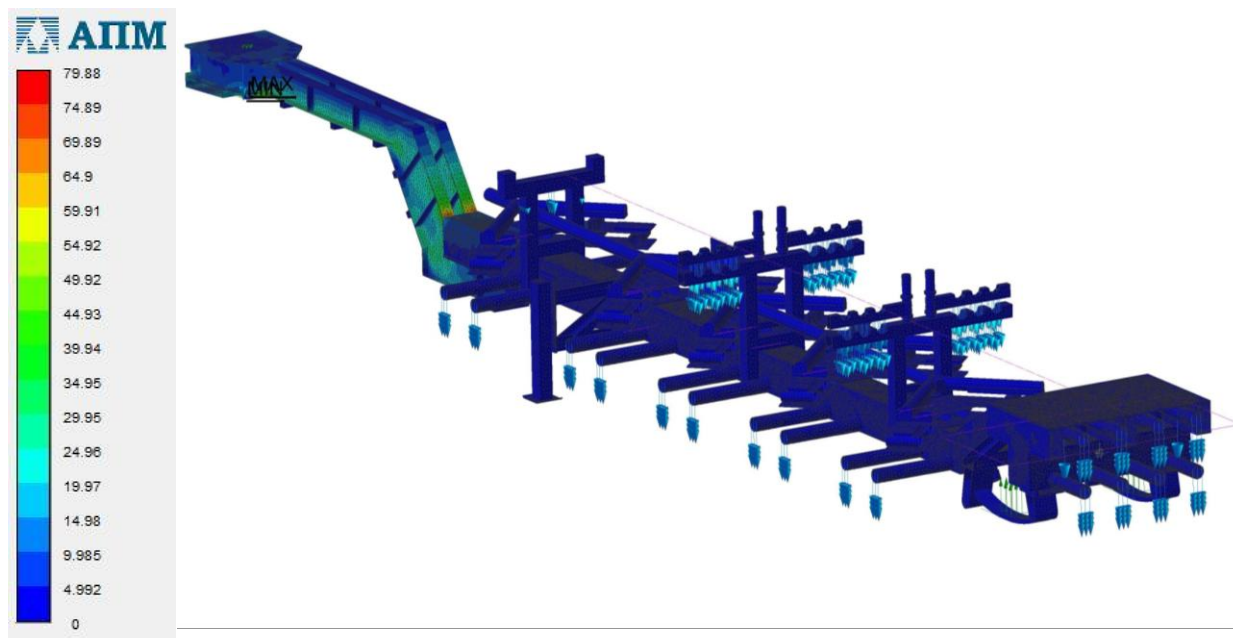


Рис. 9. Эквивалентные напряжения по Мизесу

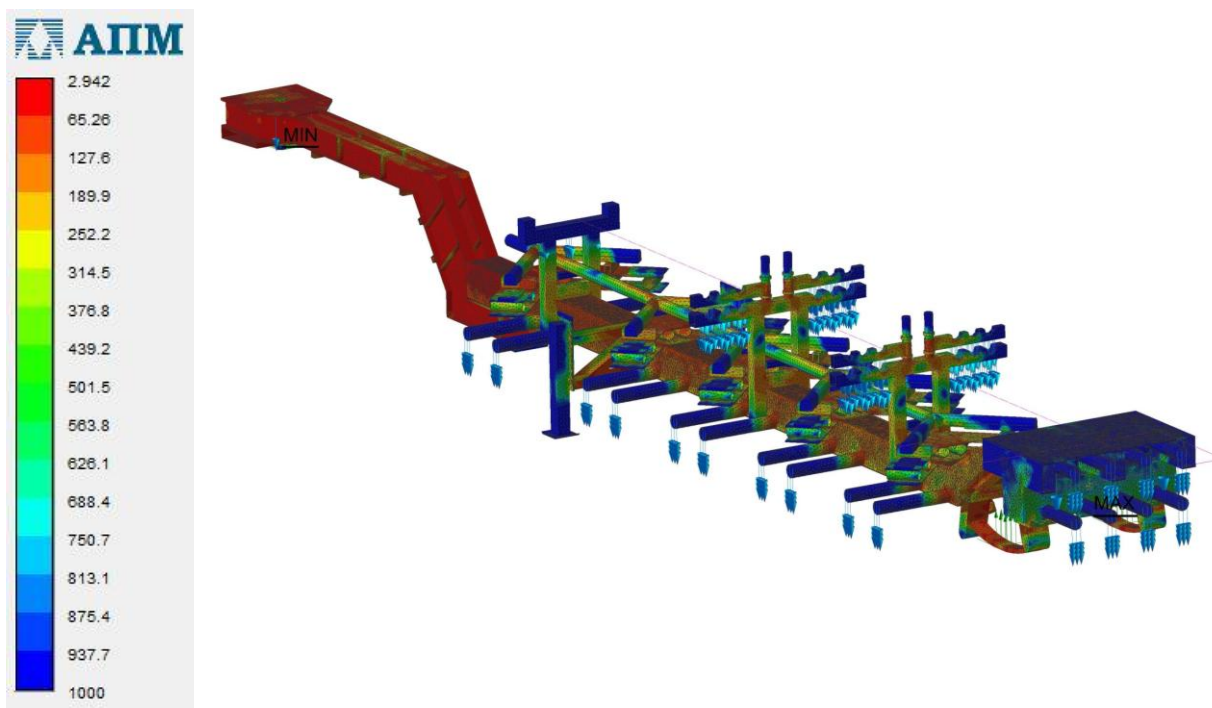


Рис. 10. Коэффициент запаса по прочности

### Вывод

Таким образом, в ходе работы был разработан блок манифольдов трейлерного типа с манифольдом, выполненным в качестве рамы, для массивированного ГРП, отвечающий всем современным требованиям к данному виду оборудования, и имеющий преимущества перед зарубежными аналогами в весе и упрощении конструкции, а, следовательно, и снижение стоимости. Использование комплектующих, отвечающих требованиям к массивированному ГРП, и производящихся в Российской Федерации, так же приводит к значительному снижению стоимости блока манифольдов.

### Список литературы

1. Гидравлический разрыв пласта (ГРП). – Режим доступа: <http://doidpo.rusoil.net/storage/Intensification%20of%20development%20and%20enhanced%20oil%20recovery/tutorial/section6/part5.html>
2. Киреев С.О. «Разработка технических требований к блоку манифольдов для гидроразрыва пласта рамной конструкции контейнерного и полуприцепного типа». Молодой исследователь дон, 2016, No 2 (2)/ С.О. Киреев, М.В. Корчагина, А.Ю. Осипук, А.П. Щербак, Режим доступа: – <http://mid-journal.ru>
3. Несущие системы транспортных средств специального назначения. – Режим доступа: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel15E323.pdf>
4. Щербак А. П. «Проектирование блока манифольдов полуприцепного типа для проведения гидравлического разрыва пласта». XX Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции развития науки и технологий», 2016, No 11 (2) / А.П. Щербак, С.О. Киреев, Х.К. Кадеров, Режим доступа: – [http://issledo.ru/wp-content/uploads/2016/12/Sb\\_k-11-2.pdf](http://issledo.ru/wp-content/uploads/2016/12/Sb_k-11-2.pdf)
5. Экономидис М. "Унифицированный дизайн гидроазрыва пласта" / М. Экономидис, Р. Олайни, П. Валько, – Орс Пресс, Алвин, шт. Техас, 2004.

**СОВРЕМЕННЫЕ РЕВЕРСИВНЫЕ СТАНЫ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ****Ярцев Н.А.**

студент, Липецкий государственный технический университет,  
Россия, г. Липецк

**Бочаров А.В.**

доцент кафедры металлургического оборудования, канд. техн. наук, доцент,  
Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

В статье рассматривается комбинированный 4/6 валковый реверсивный стан холодной прокатки ПАО «НЛМК». Дается сравнение четырех- и шестивалковой схемы прокатки в реверсивном стане, позволяющая определить преимущества одной схемы прокатки над другой, а также проанализировать их особенности, что даёт возможность сделать вывод о том, какая из схем наиболее совершенная.

*Ключевые слова:* реверсивный стан, холодная прокатка, четырехвалковая схема, шестивалковая схема.

По сравнению с холодной прокаткой полос общего назначения технологический процесс прокатки высококремнистых сталей более сложный. Помимо соблюдения жёстких допусков на геометрические размеры, этот процесс требует особых температурных условий для достижения определённых электромагнитных и механических характеристик проката. Магнитная поляризуемость, высокая магнитная проницаемость и малые потери при циклическом перемагничивании – таковы основные характеристики высококремнистых сталей электротехнического назначения. Готовый полосовой прокат из высококремнистых сталей классифицируется на обычный текстурованный, обычный нетекстурованный и высокотекстурованный.

ПАО «НЛМК» является одним из крупнейших производителей трансформаторной и электротехнической стали в России. Для повышения качества выпускаемой продукции на предприятии была реализована программа технического перевооружения производства и развития. Целью программы являлось улучшение потребительских характеристик продукции, увеличение доли выпуска металла высших марок, повышение культуры и безопасности труда, а также получение большего экономического эффекта от прокатки электротехнических марок сталей.

В ходе реализации данной программы в 1-ом квартале 2009 года фирмой «Andritz Sundwig» был введён в эксплуатацию комбинированный 4/6 валковый реверсивный стан холодной прокатки, предназначенный для производства, текстурированного и нетекстурированного полосового проката из высококремнистых сталей. Выбранная конструктивная схема S6 позволяет использовать рабочие валки малых диаметров и опорные валки с возможностью индивидуальной регулировки. Также клеть была оснащена автоматической системой перевалки валков, осуществляющая смену валков комплектно.



Стан конструкции «Andritz Sundwig» (рис.1), представляет собой одно-клетьевой реверсивный стан холодной прокатки. В состав механического оборудования входит комбинированная 4/6 валковая клеть для традиционной прокатки по четырёхвалковой схеме или по усовершенствованной S6 валковой схеме в шести валках с боковыми опорными кассетами. Шести валковая схема позволяет использовать рабочие валки малого диаметра и опорные валки с индивидуальной осевой регулировкой [1, с. 33].

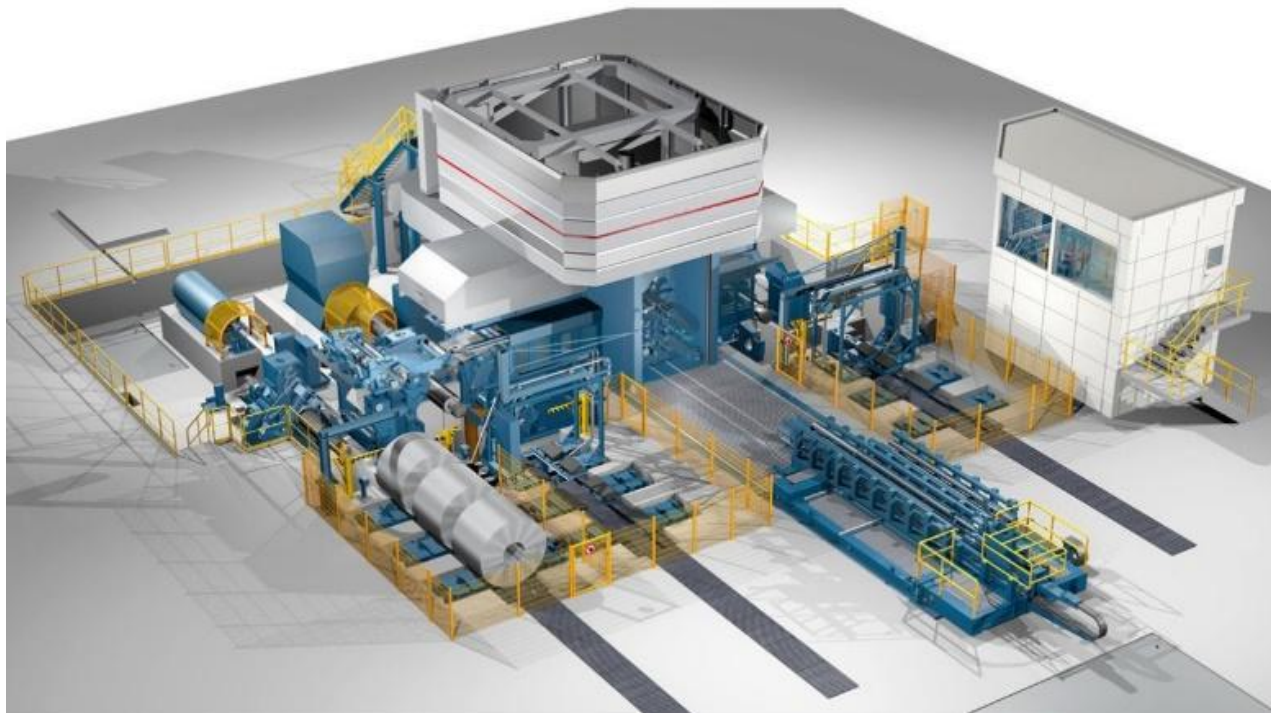


Рис. 1. Комбинированный 4/6 валковый реверсивный стан

Рабочая клеть оборудована весьма эффективной системой изгиба рабочих валков при прокатке по четырёхвалковой схеме и промежуточных валков – при прокатке по S6 валковой схеме, нажимным механизмом для перемещения промежуточных валков и автоматизированной гидравлической системой регулирования оси прокатки [1, с. 34].

Существуют непрерывные четырёхвалковые станы холодной прокатки, имеющие определённые ограничения при прокатке высокопрочных многофазных сталей и электротехнической стали с высоким содержанием кремния. Современные непрерывные станы должны быть в состоянии прокатывать полосу с временным сопротивлением до 1300 МПа прежде всего потому, что в будущем необходимо будет прокатывать все более широкий сортамент сталей, значительную долю которых составят высокопрочные марки. Для электротехнической полосы утонение кромок играет важную роль, потому как в ближайшей перспективе ожидается рост сортамента высокопрочных сталей, прокатываемого на станах холодной прокатки. При этом требования связанные с деформирующей способностью и рабочим диапазоном действия исполнительного элемента для регулирования толщины и плоскостности будут возрастать, так как степень трудности холодной прокатки возрастает с увеличением прочности стали.

При выборе способа прокатки по четырёх- или шестивалковой схеме прокатки полосы (рис. 2) учитывается:

*Область регулирования плоскостности.* Требуемая область регулирования плоскостности, для прокатывания высокопрочных сталей, была достигнута для всех исследуемых вариантов схем прокатки, причём шестивалковая схема клетки за счёт наличия изгиба промежуточных валков обладает большей гибкостью. Также следует отметить, что шестивалковая схема прокатки при непрерывном переходе с одной полосы на другую в области экстремальных ширин более гибкая при выравнивании дефектов плоскостности, поскольку в данной области изгиб промежуточных валков оказывает дополнительное регулирующее воздействие.

*Способность к деформации.* Четырёх- и шестивалковые схемы прокатки с точки зрения деформационной способности полностью идентичны, если диаметры рабочих валков находятся в сопоставимом размерном диапазоне [2, с. 268]. Это в равной степени относится к используемым в непрерывных станах четырёх- и шестивалковых схем прокатки с приводными рабочими валками. Шестивалковая схема клетки проявляет большую деформационную способность тогда, когда диаметр рабочих валков значительно меньше диаметра рабочих валков четырехвалковой схемы. В этом случае шестивалковая схема клетки должна иметь привод через промежуточные или опорные валки, поскольку необходимый момент прокатки невозможно передавать через рабочие валки.

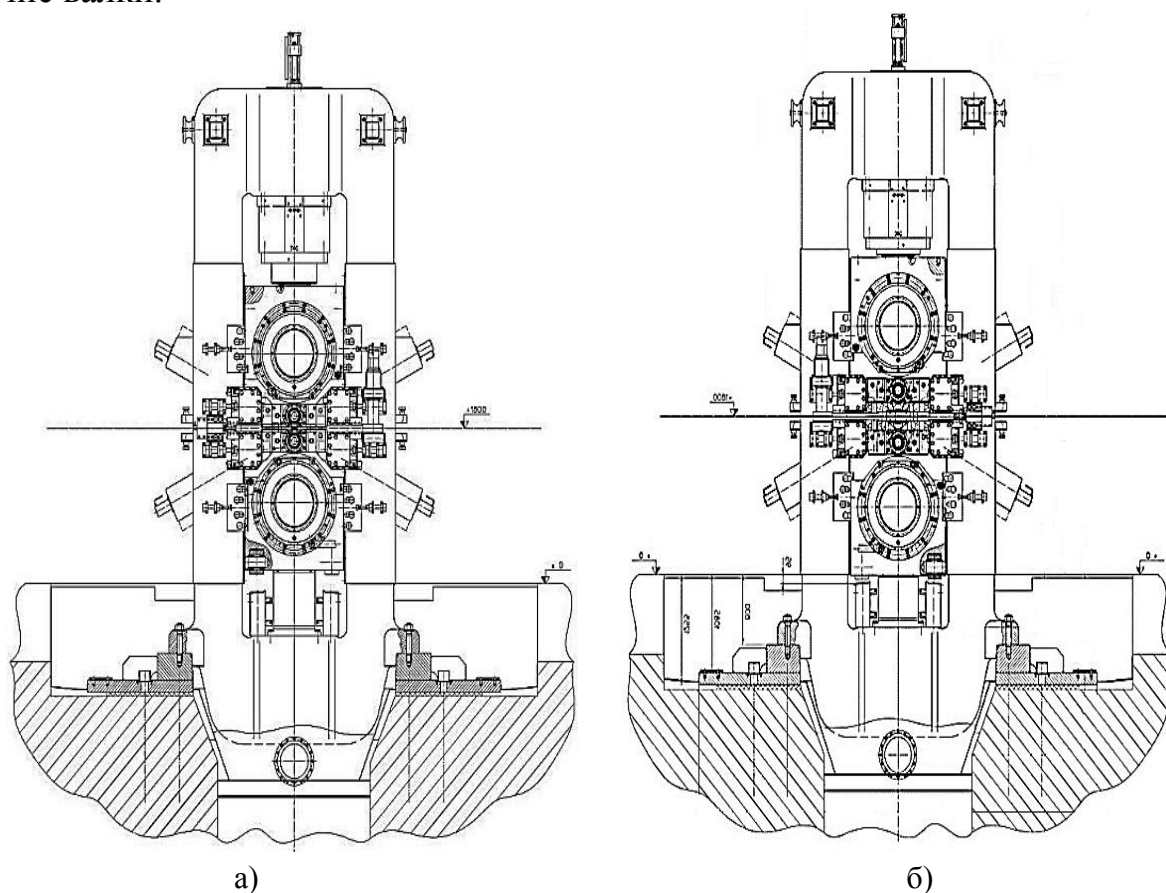


Рис. 2. Схемы прокатных клеток реверсивных станов холодной прокатки:  
а – четырехвалковая; б – шестивалковая

Впрочем, шестивалковые схемы клетей подобной конструкции не применяются в непрерывных станах. В этих станах каждая отдельная клетка допускает большие относительные обжатия за проход, тем не менее абсолютные обжатия за проход ограничены пределом скольжения. Тем самым общее абсолютное обжатие по всем клетям прокатного стана, клетки которого имеют большие по диаметру рабочие валки, может увеличиться незначительно. Поэтому подобные шестивалковые клетки находят очень ограниченное применение и используются только в реверсивном исполнении. В данном случае требуемые общие обжатия легко реализуются за счёт проведения дополнительных проходов. В связи с этим в непрерывных станах применяется шестивалковая схема клетки с рабочими валками одинакового диаметра и одинаковой концепцией привода, аналогичной четырёхвалковой схеме.

*Общая жёсткость.* Четырёхвалковая схема прокатки по сравнению с шестивалковой имеет значительно большую жёсткость. При регулировании толщины данное обстоятельство имеет значение только в том случае, если регулирование осуществляется по положению валков. В непрерывном стане по крайней мере одна клетка должна регулироваться по положению валков, а остальные – по усилию прокатки. Меньшая жёсткость шестивалковой схемы прокатки предъявляет более высокие требования по сравнению с четырёхвалковой схемой к динамическим свойствам системы регулирования толщины [3, с. 39].

Таким образом при сравнении схем прокатки можно определить преимущества четырёхвалковой схемы прокатки над шестивалковой. В шестивалковой схеме, в отличие от четырёхвалковой можно более точно определить необходимые интервалы замены валков, поскольку износ поверхности рабочих валков происходит более ровно по всей ширине полосы. Это позволяет лучше оценить допустимый с точки зрения качества конечной продукции период эксплуатации валков и планировать весь процесс производства, значительно сократив число внеплановых перевалок, негативно влияющих на производительность агрегата.

Жёсткость четырёхвалковой схемы прокатной клетки примерно на треть выше аналогичного показателя для шестивалковой, что в свою очередь оказывает положительное влияние на режим регулирования толщины полосы.

Деформационная способность данных схем прокатных клетей полностью идентична, при условии, что диаметры рабочих валков находятся в сопоставимом размерном диапазоне.

Затраты на капитальный ремонт четырёхвалковой схемы прокатной клетки значительно меньше, в сравнении с шестивалковой, поскольку требуется установка большего количества оборудования. К тому же в шестивалковой схеме прокатной клетки выше расход валков. Это связано не только с прокаткой электротехнических сталей и работой в области высоких давлений, но и с тем, что увеличение длины хода смещения валков в шестивалковой схеме вызывает неравномерное распределение контактного давления по длине бочки валка [3, с. 39].

**Список литературы**

1. Бочаров А.В., Ярцев Н.А. Особенности конструкции комбинированного 4/6 валкового реверсивного стана холодной прокатки в ПДС ПАО «НЛМК». Прогрессивные технологии и оборудование в металлургическом производстве [Текст]. Сборник докладов десятой научно-практической конференции. – Липецк: Издательство липецкого государственного технического университета, 2016. – 37 с.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. Учебник для вузов / Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. – М.: Металлургия, 1988. 680 с.
3. Сравнение четырех- и шестивалковых станов холодной прокатки / Г. Фистерманн, А. Селлингер., Г. Нопп., Г. Джумлия // Черные металлы. – 2007. Март. – С. 33-40.



Подписано в печать 10.04.2017. Гарнитура Times New Roman.  
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,83. Тираж 500 экз. Заказ № 103  
ООО «ЭПИЦЕНТР»  
308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1  
ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а