

МОЛОДОЙ  
УЧЁНЫЙ



V Международная научная конференция

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ



Москва

Главный редактор: *И. Г. Ахметов*

Редакционная коллегия сборника:

*М. Н. Ахметова, Ю. В. Иванова, А. В. Каленский, В. А. Куташов, К. С. Лактионов, Н. М. Сараева, О. А. Авдеюк, О. Т. Айдаров, Т. И. Алиева, В. В. Ахметова, В. С. Брезгин, О. Е. Данилов, А. В. Дёмин, К. В. Дядюн, К. В. Желнова, Т. П. Жуйкова, Х. О. Жураев, М. А. Игнатова, В. В. Коварда, М. Г. Комогорцев, А. В. Котляров, В. М. Кузьмина, С. А. Кучерявенко, Е. В. Лескова, И. А. Макеева, Т. В. Матроскина, М. С. Матусевич, У. А. Мусаева, М. О. Насимов, Г. Б. Прончев, А. М. Семахин, А. Э. Сенцов, Н. С. Сенюшкин, Е. И. Титова, И. Г. Ткаченко, С. Ф. Фозилов, А. С. Яхина, С. Н. Ячинова*

Руководитель редакционного отдела: *Г. А. Кайнова*

Ответственный редактор: *Е. И. Осянина*

Международный редакционный совет:

*З. Г. Айрян (Армения), П. Л. Арошидзе (Грузия), З. В. Атаев (Россия), Б. Б. Бидова (Россия), В. В. Борисов (Украина), Г. Ц. Велковска (Болгария), Т. Гайич (Сербия), А. Данатаров (Туркменистан), А. М. Данилов (Россия), А. А. Демидов (Россия), З. Р. Досманбетова (Казахстан), А. М. Ешиев (Кыргызстан), С. П. Жолдошев (Кыргызстан), Н. С. Игисинов (Казахстан), К. Б. Кадыров (Узбекистан), И. Б. Кайгородов (Бразилия), А. В. Каленский (Россия), О. А. Қозырева (Россия), Е. П. Қолпак (Россия), В. А. Куташов (Россия), Лю Цзюань (Китай), Л. В. Малес (Украина), М. А. Нагервадзе (Грузия), Ф. А. Нурмамедли (Азербайджан), Н. Я. Прокопьев (Россия), М. А. Прокофьева (Казахстан), Р. Ю. Рахматуллин (Россия), М. Б. Ребезов (Россия), Ю. Г. Сорока (Украина), Г. Н. Узаков (Узбекистан), Н. Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А. К. Шарипов (Казахстан)*

Технические науки в России и за рубежом: материалы V Междунар. науч. конф. (г. Москва, январь 2016 г.). — М.: Буки-Веди, 2016. — iv, 86 с.

ISBN 978-5-4465-0701-6

В сборнике представлены материалы V Международной научной конференции «Технические науки в России и за рубежом».

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов технических специальностей, а также для широкого круга читателей.

УДК 62(01)  
ББК 30

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

**Кольчугина Е.А.**

Влияние стратегий поведения цифровых организмов на их выживание и устойчивость существования сообществ ..... 1

**Михайлова А.Е.**

Реализация Windows-приложения, выполняющего шифрование по правилам криптосистемы RSA ..... 3

**Молчанова А.А., Петрушенко Р.В.**

Речевые технологии – следующий уровень сервиса ..... 6

**Молчанова А.А.**

Криптосистема Эль-Гамала ..... 8

**Сергеев Р.А.**

Расширение отладочного интерфейса PyDbg для противодействия антиотладке ..... 10

## 2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

**Саидумаров И.М., Умаров А.А.**

Системы встроенного контроля для интегрированного комплекса авионики ..... 15

**Степанов П.П.**

Анализ проблем квантовой линии связи в криптографии ..... 17

## 3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

**Одноворов Е.П.**

Концепция применения макета ремонтно-механического цеха на базе технологий «умный дом» для отработки и демонстрации энергоэффективных режимов управления параметрами микроклимата и освещения в учебных заведениях ..... 20

## 6. МЕТАЛЛУРГИЯ

**Захарова Е.И., Суюндиков М.М.**

Применение высокотемпературной сверхпроводимости в металлургической промышленности ..... 23

**Туребеков С., Абсолямова Д.Р., Жунусов А.К., Жунусова А.К.**

Исследования минералогического состава марганцевой руды, используемого при агломерации ..... 29

## 7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

**Водин Д.В., Соколов М.В.**

Ультразвуковая обработка как перспективный метод повышения износостойкости металлорежущего инструмента ..... 31

**Тилабов Б.К.**

Разработка технологии изготовления наральников рыхлящих лап культиваторов почвообрабатывающих машин с твердосплавным покрытием и термическим упрочнением ..... 33

**Четвериков И.А., Ельникова И.С.**

Вопросы расширения функциональных и технологических возможностей металлообрабатывающего оборудования ..... 35



## 8. СТРОИТЕЛЬСТВО

**Аксенова Л.Л., Бугаенко Л.В., Хлебенских С.Н.**

Оценка экономического потенциала сырьевой базы для зеленого строительства. .... 40

**Тажибаева Д.М.**

Исследование смешанного магнезиального вяжущего с наполнителями. .... 43

**Чурикова Л.А., Сулейменов А.К.**

Эксплуатационные проблемы магистральных нефтепроводов Западного Казахстана. .... 45

## 9. ТРАНСПОРТ

**Вебер А.И., Павленко А.А., Вертей М.Л.**

Влияние системы выпуска выхлопных газов автомобилей на безопасность движения. .... 49

**Кондрашов И.А.**

Возможные пути развития железнодорожного транспорта. .... 51

**Тюрин Я.И., Мандровский К.П.**

Обоснование разработки системы адаптивной подвески (системы активной безопасности) универсального колесно-шагающего экскаватора. .... 56

**Щуровский В.А., Береснев А.Л., Береснев М.А.**

Математическое моделирование метода покоординатного контроля контактных характеристик автомобиля во время поворота при учете погодных факторов. .... 59

## 10. АРХИТЕКТУРА

**Гайдук А.Р.**

Факторы формирования объемно-планировочных решений реабилитационных центров для онкологически больных детей. .... 63

## 12. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

**Адилов Б.У.**

Экологические особенности заготовки зерновых культур для обеспечения населения безопасной пищевой продукцией. .... 66

## 13. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

**Гуляева Л.В., Егоренкова Д.В., Долотов М.В., Байков А.А., Сигарева А.С., Собинова Ш.К., Борикун Т.Н., Беликов Р.А., Майорова А.А., Коргина А.В.**

Внеаудиторная научно-исследовательская работа студентов «Берегите землю» как метод развития и поддержания интереса к изучаемой профессии техник-эколог. .... 69

**Чурикова Л.А., Конашева Е.А., Утегалиев А.Т.**

Обзор современных методов очистки резервуаров от нефтяных остатков. .... 71

## 14. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

**Мандровский К.П.**

Системы мониторинга в управлении эффективностью и техническом аудите дорожных машин. .... 75

**Николаева Е.А.**

Внедрение корпоративного портала на примере 1С: Битрикс. .... 78

**Сорокина Е.И., Мелихов К.М.**

Алгоритмы формирования матрицы жесткости треугольного конечного элемента (краткий обзор). .... 80

**Юнин В.А., Зыков А.В., Кузнецов Н.Н.**

Интенсификация кормопроизводства в условиях Северо-Западного региона. .... 82

# 1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

## Влияние стратегий поведения цифровых организмов на их выживание и устойчивость существования сообществ

Кольчугина Елена Анатольевна, кандидат технических наук, доцент  
Пензенский государственный университет

Необходимость в создании сообществ цифровых организмов и исследовании их свойств вызвана в первую очередь попытками создания моделей самоорганизующихся программных систем, способных к динамической реконфигурации и изменению поведения. В свою очередь, способности к реконфигурации и изменению поведения необходимы для наделения программной системы способностью к адаптации к изменениям как самой исходной решаемой задачи, так и к изменениям свойств потоков данных, поступающих в программную систему.

### *Цифровые организмы, их структура и свойства*

Понятие цифрового организма связывается в первую очередь с моделями Tierra [1,2] и Avida [3,4]. Эти модели описывают миры эволюционирующих ассемблерных программ. Однако язык ассемблера, который используется в этих моделях, предназначен только для виртуальной вычислительной машины. Это необходимо для того, чтобы вне своего мира внутри виртуальной машины цифровые организмы не могли существовать и каким-либо образом нанести вред реальной вычислительной системе. Ассемблер виртуальной вычислительной машины состоит только из тех команд, которые необходимы для поддержания существования цифровых организмов.

Важнейшими свойствами цифровых организмов можно считать способность к самокопированию и передаче наследственности. Благодаря самокопированию численность организмов увеличивается, а когда пространство памяти виртуальной машины оказывается заселенным, начинается борьба за существование. Совокупное действие борьбы за существование и передачи наследственности приводит к тому, что в популяции цифровых организмов сохраняются и закрепляются только свойства, способствующие успешному выживанию их обладателей. Так происходит совершенствование популяции с ее постепенной адаптацией к виртуальной среде обитания.

В качестве носителя наследственной информации — генома — цифровых организмов Tierra и Avida рассматривается непосредственно их запись в виде последовательности ассемблерных команд. В моделях Tierra и Avida генотип и фенотип идентичны [1–4]. Появление новых

свойств у цифровых организмов достигается благодаря мутациям — псевдоспонтанным изменениям программного кода.

На примере моделей Tierra и Avida была показана и исследована возможность создания программным путем динамических структур, подобных биомолекулярным организмам, а также исследованы закономерности развития сообществ таких структур. Однако методы, используемые в Tierra и Avida, не могут быть непосредственно использованы в практическом программировании, так как процесс разработки программ будет слишком медленным.

### *Модель цифрового организма, ориентированная на прикладное программирование*

Автором были предложены концепция неравновесного программирования [5] и другая модель цифрового организма, ориентированная на создание прикладного программного обеспечения [6]. Согласно этой модели, весь алгоритм поведения цифрового организма состоит из крупных единиц — блоков. Каждый блок описывает какое-то сложное действие, совершаемое цифровым организмом: порождение потомства, обработку данных (метаболизм), перемещение, смерть и т.п. Блоки нумеруются целыми числами. Каждый блок может быть реализован бесконечным количеством способов, то есть для каждого блока существует множество стратегий. Каждая стратегия также нумеруется. Располагая номера стратегий в порядке возрастания номеров блоков, можно получить кодированное представление алгоритма. Изменение номера стратегии, в свою очередь, изменит поведение цифрового организма. Таким образом, цифровые организмы такого типа можно рассматривать как промежуточное звено между интеллектуальными агентами (аниматами [7]) и цифровыми организмами Tierra и Avida. Цифровой организм как бы собирается из крупноблочного конструктора и может быть применен для решения практических задач, например, распределенного поиска информации.

Для модели [6] сохраняет свою силу требование существования цифровых организмов в замкнутой среде искусственного мира, созданного средствами виртуальной машины. Использование целочисленного кодирования

номеров блоков и соответствующих им стратегий позволяет организовать постоянный мониторинг состояния как отдельных организмов, так и их групп или даже всего искусственного мира. Организмы, не соответствующие требованиям модели, подвергаются уничтожению.

В дальнейшем будут рассматриваться только цифровые организмы, соответствующие модели [6].

### Стратегии поведения

В таблице 1 представлено обобщение результатов экспериментов, представленных в [8–10]. В таблице отображено влияние стратегий, соответствующих некоторым блокам поведения, на выживание одного отдельного организма, а также на выживание и совершенствование сообществ цифровых организмов.

Среди рассмотренных блоков поведения смерть и воспроизводство являются важнейшими, так как они определяют возможность смены поколений, совершенствования популяции, ее устойчивость перед лицом как неблагоприятных условий среды искусственного мира, так и вторжения популяции-конкурента с теми же экологическими потребностями.

Под экологическими потребностями понимаются в первую очередь прикладные задачи по обработке данных, решаемые цифровыми организмами. За каждое такое решение организму начисляются баллы, подобно тому, как

это выполняется в мультиагентных моделях. Баллы интерпретируются как значение величины внутренней энергии, которая обеспечивает продолжение “жизни” цифрового организма. При отсутствии или недостатке внутренней энергии организм гибнет.

Стратегии перемещения определяют порядок обхода цифровым организмом пространства искусственного мира. От этих стратегий зависит успешность исследования территории цифровым организмом, в частности успешность поиска данных или файлов с генетическим материалом организма-партнера при размножении.

Приведенные в таблице данные могут быть использованы в качестве рекомендаций при проектировании программного обеспечения на основе парадигмы неравновесного программирования. Эта концепция, в сочетании с применением структурной модели [6], позволяет сформировать комплексное программное обеспечение в виде сообщества цифровых организмов, адаптирующихся к требованиям среды и поставленной задачи в процессе борьбы за существование. Формирование такого программного обеспечения может быть начато с одного организма. Рекомендации из таблицы 1 могут быть использованы для формирования такого стартового организма, а также для формирования запретов на использование некоторых стратегий как нежелательных. Для задания описания исходного цифрового организма могут быть использованы языковые средства, подобные предложенным в [11].

Таблица 1

Некоторые стратегии поведения цифровых организмов

Стратегия поведения	Акт поведения (блок)	Преимущества	Недостатки
Смерть только от недостатка внутренней энергии	Смерть	Закрепляются и сохраняются решения, соответствующие локальному экстремуму	Смена поколений останавливается; эволюция прекращается
Смерть от недостатка внутренней энергии и по достижении возраста (“от старости”)	Смерть	Поиск наилучшего решения продолжается весь период моделирования	Лучшие решения могут не закрепиться и быть потеряны
Воспроизводство от двух родителей разного пола (кроссинговер с мутацией)	Воспроизводство	Порождение новых вариантов генотипов происходит с оптимальной скоростью	Трудно обеспечить сосуществование особей разного пола; при истреблении или вымирании особей одного из полов популяция гибнет; в присутствии конкурента, воспроизводящегося путем клонирования с мутацией, популяция гибнет
Воспроизводство от одного родителя (клонирование с мутацией)	Воспроизводство	Высокая жизнеспособность популяции	Медленный темп генерации новых вариантов генотипа
Прямолинейное движение	Перемещение	Простота	Исследуется только малая часть пространства искусственного мира
Движение по спирали	Перемещение	Моделируется обход вокруг “гнезда”; участок территории внутри спирали исследуется полностью	С каждым новым проходом организм все дальше удаляется от “гнезда”

**Выводы**

Существует мнение, что XXI век должен стать эрой биотехнологий. С этим мнением трудно не согласиться, так как именно прорывные результаты исследований в области биологии и биохимии способны привести к большим изменениям в области прикладных наук. При этом речь может идти не только об успехах в области медицины, создании новых лекарств и материалов,

но и о новых моделях и методах вычислений, созданных по аналогии с методами обработки информации в биосистемах, а также о создании новых принципов построения вычислительных устройств.

Приведенные в данной статье результаты исследований соответствуют этой тенденции и являются частью работы по созданию моделей и методов построения самоорганизующихся программных систем, по своим свойствам приближенным к биологическим системам.

**Литература:**

1. Ray, T. S. An Evolutionary Approach to Synthetic Biology: Zen and the Art of Creating Life//Artificial Life: an overview/ edited by Christopher G. Langton. — Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1997. — Pp. 179–209.
2. Thearling, K., Ray T. S. Evolving Multi-Cellular Artificial Life// Artificial Life IV, Proceedings of the Forth International Workshop on Synthesis and Simulation of Living Systems. Eds. R. A. Brooks, P. Maes. — Cambridge, MA: MIT Press, 1994. — Pp. 283–288.
3. Adami, C., Brown C. T. Evolutionary Learning in the 2d Artificial Life System “Avida”//Artificial Life IV, Proceedings of the Forth International Workshop on Synthesis and Simulation of Living Systems. Eds. R. A. Brooks, P. Maes. — Cambridge, MA: MIT Press, 1994. — Pp. 377–381.
4. Adami, C. Ab Initio Modelling of Ecosystems with Artificial Life//Natural Resource Modelling. — Vol. 15, 2002. — Pp. 133–145.
5. Кольчугина, Е. А. Неравновесное программирование// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. — № 3 (11), 2009. — Пенза, ИИЦ ПГУ, 2009. — с. 25–31
6. Кольчугина, Е. А. Структура цифрового организма в самоорганизующихся программных системах// Программные продукты и системы. — № 2, 2012. — Тверь, ЗАО НИИ ЦПС, 2012. — с. 51–54.
7. Редько, В. Г. Эволюционная кибернетика. — М.: Наука, 2001. — 156 с.
8. Кольчугина, Е. А. Влияние алгоритмов порождения процессов-особей на свойства модели поведения программного обеспечения// Современные информационные технологии: Труды международной научно-технической конференции (Computer-based conference). Вып. 3/ Под ред. В. Б. Моисеева, Л. Г. Когельмана, С. В. Трубицкова — Пенза: Изд-во Пензенская государственная технологическая академия, 2006. — с. 47–51.
9. Кольчугина, Е. А. Сосуществование групп в составе сообществ программных агентов// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. — № 3 (19), 2011. — Пенза, ИИЦ ПГУ, 2011. — с. 37–43.
10. Кольчугина, Е. А. Результаты эксперимента по созданию эволюционирующего программного обеспечения// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. — № 1, 2007. — Пенза, ИИЦ ПГУ, 2007. — с. 54–60.
11. Кольчугина, Е. А. Язык описания биоценозов и структура инструментального программного обеспечения// Современные информационные технологии: Труды международной научно-технической конференции (Computer-based conference). — Пенза: Пензенская государственная технологическая академия, 2005 (осенняя сессия), вып. 2. — с. 98–101.

## Реализация Windows-приложения, выполняющего шифрование по правилам криптосистемы RSA

Михайлова Александра Евгеньевна, студент

Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова (г. Новочеркасск, Ростовская обл.)

*В данной статье разработан алгоритм шифрования по правилам криптосистемы RSA, а также описывается Windows-приложение, реализующее данный алгоритм.*

**Ключевые слова:** шифрование, криптосистема RSA.

На данный момент в современном мире защита информации играет немаловажную задачу. Этой задачей

обеспокоены не только крупные банковские системы и системы управления, но и простые пользователи. На

помощь к решению такой задачи приходит наука криптография. Криптография — это наука о методах преобразования (шифрования) информации с целью защиты с использованием математических методов. Она приводит к сведению на минимум потерь в управлении, вызванных нарушением целостности данных, их конфиденциальности или доступности.

### **Криптография с открытым ключом. Криптосистема RSA**

На основе открытий, сделанных Хелманом и Диффи в криптографии возникло новое направление называемое криптография с открытым ключом.

Принципиальная разница данного подхода от использовавшихся ранее криптографических систем, заключается в использовании двух разных алгоритмов для шифрования и дешифрования данных. В связи с этим такие шифры получили название асимметрические.

Криптосистема с открытым ключом составляют следующие элементы:

$K_E$  — открытый (незащищенный) ключ, используемый для шифрования данных.

$K_D$  — закрытый ключ, используемый для дешифрования данных

$E^{K_E}(m)$  — односторонняя функция позволяющая зашифровать открытый текст  $m$  с использованием ключа  $K_E$ .

$D^{K_D}(S)$  — односторонняя функция позволяющая дешифровать шифр-текст  $S$  с использованием закрытого ключа  $K_D$ .

Очевидно, что  $D^{K_D}(E^{K_E}(m)) = m$ .

### **Строение криптосистемы RSA**

Пусть имеется два пользователя, связанных друг с другом общественным каналом связи. Каждый пользователь в самом начале протокола выбирает два очень больших простых числа  $p$  и  $q$ . Определяется число  $n = p * q$ . Зная состав сомножителей числа  $n$  и несложно вычислить  $\varphi(n)$ .

$$\varphi(n) = (p-1)(q-1) = pq - p - q + 1$$

Затем пользователи получают случайное целое число  $e$  в диапазоне  $e \in [1, \varphi(n)]$ , такое, что:  $\text{НОД}(e, \varphi(n)) = 1$

Отметим, что говоря о случайном выборе, мы подразумеваем, что число выбирается с помощью датчика случайно (псевдослучайных) чисел.

Таким образом пользователь **A** сгенерировал числа  $n_a$  и  $e_a$  такие, что:  $n_a = p_a * q_a$  ( $e_a, \varphi(n_a) = 1$ )

В дальнейшем пользователь **A** вычисляет число  $d_a$ , обратное относительно умножения к  $e_a \pmod{\varphi(n_a)}$ , т.е.

$$d_a \stackrel{\text{def}}{=} (e_a)^{-1} \pmod{\varphi(n_a)}$$

В дальнейшем ключ шифрования  $K_{ea}$  составляет пара чисел  $n_a$  и  $e_a$  (отметим, что  $K_{ea}$  есть открытый ключ). А ключ дешифрования  $K_{da}$  составляет пара чисел  $n_a$  и  $d_a$  (закрытый ключ)

В этих терминах шифр преобразования есть отображение  $Z/nZ \rightarrow Z/nZ$

(полная система вычетов по модулю  $n$ ) и определяется следующим выражением

$$f(p) = p^{Ea} \pmod{n_a}$$

а обратное дешифрование

$$f^{-1}(1) = c^{Da} \pmod{n_a}$$

**Рассмотрим пример.** Зашифровать с помощью алгоритма RSA сообщение «YES»

Будем считать, что открытый текст составлен из триграмм (по три символа), а шифр-текст состоит из четырехграмм (по 4 символа) 26 буквенного алфавита.

Определим в начале числовой эквивалент для открытого текста

Y E S

$$P = 24 * 26^2 + 4 * 26 + 18 = 16346$$

В дальнейшем используем ключ

rq e

$$(n_a, e_a) = (46927, 39423)$$

и получаем по формуле

$$C = f(p) = 16346^{39423} \pmod{46927} = 21166$$

затем переводим в буквы, получаем:

$$1 * 26^3 + 5 * 26^2 + 8 * 26 + 2 = \text{"BFIC"}$$

передаем пользователю В полученное сообщение:

$$(n_a, d_a) = (46927, 26767)$$

$$C = 21166$$

$$p = f^{-1}(c) = 21166^{26767} \pmod{46927} = 16384 = \text{"YES"}$$

Несмотря на кажущуюся простоту криптосистемы RSA анализ её устойчивости позволяет сделать вывод: стойкость RSA существенно зависит от выбора  $p$  и  $q$ . В частности при не удачном выборе этих параметров задача криптоанализа может быть решена за сравнительно малое время. Таким образом на  $p$  и  $q$  накладываются следующие ограничения:

1) эти простые числа не должны быть слишком близки друг к другу;

2) числа  $p-1$  и  $q-1$  должны иметь маленький НОД;

3) числа  $p-1$  и  $q-1$  должны иметь по очень большому делителю каждое.

### **Описание приложения**

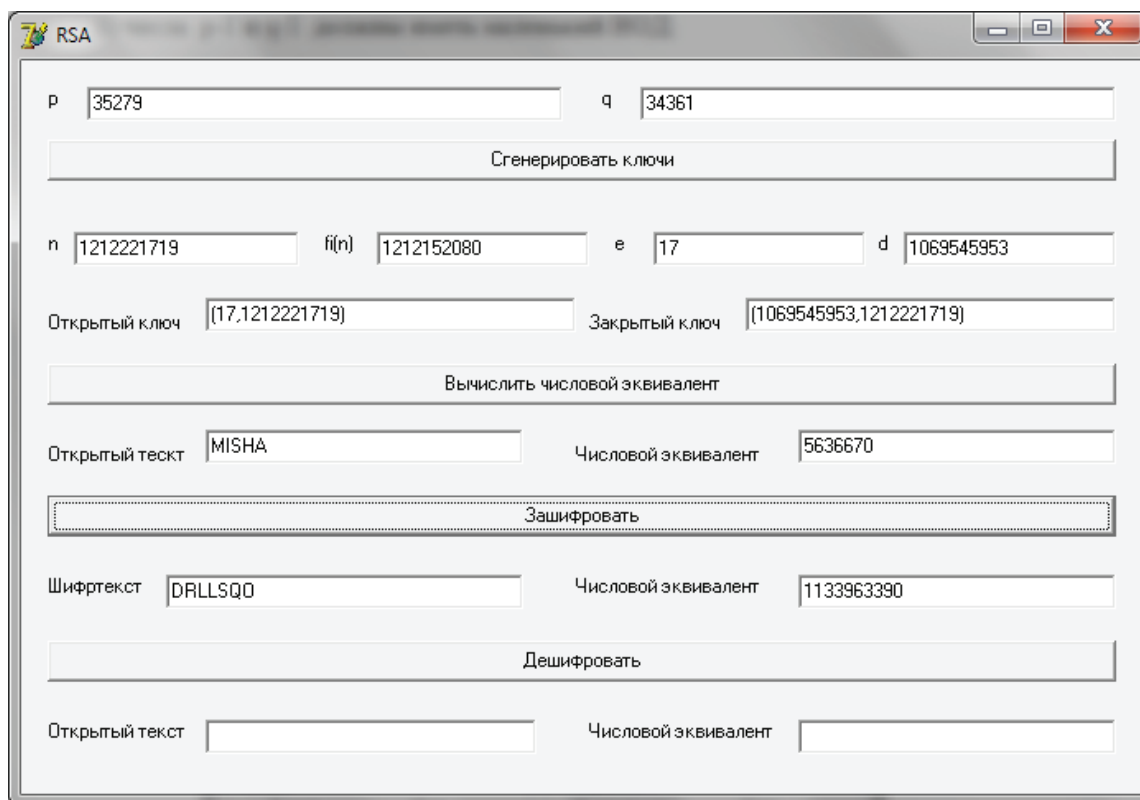
Так как данных подобных приложений не было найдено в свободном доступе, следует сделать его интуитивно простым, чтобы показать сущность алгоритма.

1. Генерируем ключи с помощью кнопки «Сгенерировать ключи», далее в текстовое окно вводим слово MISHA, вычисляем числовой эквивалент и зашифровываем. (Рис.1)



2. Проверяем правильность работы программы, используя кнопку «Дешифровать» и также получаем слово MISHA (Рис.2).

Данное приложение можно усовершенствовать, добавив разные языки для шифрования и дешифрования текста.



The screenshot shows the RSA application window with the following data:

Field	Value
p	35279
q	34361
Сгенерировать ключи	
n	1212221719
fi(n)	1212152080
e	17
d	1069545953
Открытый ключ	(17,1212221719)
Закрытый ключ	(1069545953,1212221719)
Вычислить числовой эквивалент	
Открытый текст	MISHA
Числовой эквивалент	5636670
Зашифровать	
Шифртекст	DRLLSQO
Числовой эквивалент	1133963390
Дешифровать	
Открытый текст	
Числовой эквивалент	

Рис.1. Пример шифрования



The screenshot shows the RSA application window with the following data:

Field	Value
p	35279
q	34361
Сгенерировать ключи	
n	1212221719
fi(n)	1212152080
e	17
d	1069545953
Открытый ключ	(17,1212221719)
Закрытый ключ	(1069545953,1212221719)
Вычислить числовой эквивалент	
Открытый текст	MISHA
Числовой эквивалент	5636670
Зашифровать	
Шифртекст	DRLLSQO
Числовой эквивалент	1133963390
Дешифровать	
Открытый текст	MISHA
Числовой эквивалент	5636670

Рис.2. Пример дешифрования

*Литература:*

1. Бунин, О. Занимательное шифрование // Журнал «Мир ПК» 2003 № 7.
2. М.А. Иванов Криптография. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях, Изд. КУДИЦ-Образ, 2001, ISBN: 5–93378–021–9
3. Лукашов, И.В. Криптография? Железно! // Журнал «Мир ПК». 2003. № 3
4. Тарасюк, М.В. Защищенные информационные технологии. Проектирование и применение — М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
5. Партыка, Т.Л., Попов И.И. Информационная безопасность. Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004.
6. С. Бернет, С. Пэйн Криптография. Официальное руководство RSA Security, Бином, 2002, ISBN: 5–9518–0003–X

## Речевые технологии — следующий уровень сервиса

Молчанова Анастасия Александровна, студент;

Петрушенко Роман Вадимович, студент

Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова

*В данной статье речь пойдет о новой распространяющейся технологии управления голосом. Будет рассказана история возникновения, тенденции развития речевых систем, основные принципы работы технологий управления голосом, проблемы. Описаны сферы применения в повседневной жизни, бизнесе и медицине.*

**Ключевые слова:** речевые технологии, управление голосом, голосовые технологии, синтез речи, сегментация, распознавание речи, обработка речи.

### Введение

Создание систем автоматического распознавания речи достаточно актуальное направление в сфере развития информационных технологий. Мало кто задумывается о том, на сколько эти технологии уже распространены в нашей жизни. Но многие разработчики считают, что эра помощников с голосовым управлением уже не за горами.

Речевые технологии — это новейшие технологии XXI века, благодаря которым появилась возможность с помощью голоса управлять компьютерами, автомобилями, бытовой техникой.

### История возникновения

В 1939 году была продемонстрирована первая в мире система автоматического распознавания речи в Ленинградском Государственном Университете Мясниковым.

Работы по компрессии и по автоматическому распознаванию речи шли еще в 50-х годах XX века.

В 60-х годах СССР опережал другие страны в разработках в области речевых технологий. С 70-х годов в разработке речевых систем США начали выходить на лидирующий план, но до середины 80-х уровень теоретических и прикладных разработок в СССР и США оставались приблизительно одинаковыми.

В 80-х годах прекратилось финансирование этого направления в СССР, в следствие чего разработка речевых систем резко прекратилась.

В настоящее время в области речевых технологий активно работают страны: США, Япония, Канада, Австралия.

### Идеи и тенденции

Можно рассматривать голосовые технологии через три основные составляющие.

Первая — система синтеза речи.

Синтез речи — это технология, которая дает возможность воспроизвести текст, как можно более похожим естественным человеческим голосом. Чтобы синтезированная речь звучала натурально, следует решать такие задачи, как плавность звучания, интонации, правильная расстановка ударения, расшифровка сокращений. Примером синтеза речи может служить вся дискография, радио.

Вторая — система распознавания речи.

Распознавание речи — системы, которые позволяют преобразовывать в компьютерную форму, представленную слитную проблемно-ориентированную человеческую речь. В настоящее время разработаны системы, которые могут разобрать ограниченное количество слов. Задача, распознавания произвольного слитного устного текста, все еще не решена. В пример разбора

речи информационными системами можно привести новый голосовой поиск от Google, так же и его ближайшего конкурента Яндекс, который запустил подобный сервис.

Третья — интерфейсная система.

Для совместного использования синтеза и распознавания речи нужно иметь некоторую систему, которая должна понимать, когда следует синтезировать, а когда распознавать полученную извне информацию. Иными словами, интерфейс. Речевому интерфейсу уделялось, мало внимания, поскольку многие разработчики считали, что для начала активного использования такой системы, будет достаточно создать хорошую программу распознавания речи. В качестве примера можно привести голосовой интерфейс — информационную систему дистанционного управления объектом GLASIS.

### **Основные принципы работы технологий управления голосом**

Голосовое управление — это способ взаимодействия с устройствами при помощи голоса. Считается, что это следующая стадия управления техникой, после сенсорного ввода информации. Преимуществами голосового управления можно считать возможность удаленного и интерактивного взаимодействия с устройством, а также отсутствие с ним тактильного контакта. Голосовое управление происходит по следующим этапам — сегментация, распознавание речи, отклик на требуемую задачу.

Обработка речи начинается с определения уровня помех и искажений, полученного речевого сигнала. Далее в сигнале выделяются участки, которые содержат речь, и происходит оценка информации о формах слов. Этот этап называется сегментацией.

Далее параметры речи поступают в декодер, где сопоставляются входные речевые потоки информации с потоками, хранящимися в акустических и языковых моделях устройства. Там же определяется некоторая наиболее вероятная последовательность слов, которая в итоге будет являться результатом. Это этап распознавания речи.

Последнее — отклик на требуемую задачу. На этом этапе процессор, встроенный в используемое устройство, обрабатывает полученную команду. И если она совпадает с той, что хранится в его встроенной базе данных, то устройство выполняет требуемую задачу, если же команда отсутствует, то используемое оборудование оповестит о невозможности ее выполнения.

### **Проблемы развития речевых технологий**

Основные проблемы, которые возникли перед разработчиками систем речевых технологий:

Невозможность полностью подавить внешний шум. Системы очень чувствительны к шуму окружающей среды.

И любые внешние помехи препятствуют правильному распознаванию речи.

Повышение точности распознавания слитной речи. Поскольку сама система распознавания речи — это сложный процесс согласования данных, то любая, даже незначительная ошибка, может привести к получению неверного результата.

Чувствительность систем к речевым оборотам диктора. От дикции человека зависит очень многое, но так как система направлена на широкое использование, то функционал программы, отвечающий за распознавание речи, должен быть очень гибким.

Стоимость приложений. Технологии распознавания голоса требуют больших инвестиционных вложений. Здесь необходимы крупные вложения, как в аппаратную часть, так и в средства разработки программного обеспечения.

Проблема идентификации пользователя по голосу. На данный момент системы распознавания речи слишком неточны. В итоге, чем выше скорость отклика программы, тем выше шанс, что человек получит несанкционированный доступ к информации.

### **Разработки речевых технологий в России и за рубежом**

В России одной из ведущих компаний по разработке речевых технологий является «Центр речевых технологий» (ЦРТ). В настоящее время ЦРТ является ведущими разработчиками инновационных систем в сферах синтеза и распознавания речи. За последние месяцы компания выпустила VOCO (новое решение для преобразования речи в текст), представила программный комплекс интеллектуального анализа спонтанной речи, повысила эффективность управления аэропортом «Шереметьево», а также приняла участие в крупнейшей Российской выставке технологий «Интерполитех-2015».

Аналогом ЦРТ, а также мировым лидером в области развития речевых технологий является корпорация Nuance Communication. Это производитель программного обеспечения, штаб которой расположен в США. Компания разрабатывает приложения распознавания речи в веб-сервисах и системы автоматизированной обработки звонков.

Последние из разработок Nuance:

IVR Caller Verification технология с большим функционалом, позволяющая оценивать эффективность сотрудников, настраивать переадресацию входящих звонков, идентификацию пользователей и многое другое в полностью автоматическом режиме.

FreeSpeech — эта система позволяет идентифицировать абонента в ходе естественного разговора, извлекая необходимые голосовые характеристики (например, тон голоса или акцент).

VocalPassword — это двух шаговая идентификация по голосу пользователя и какому-либо паролю. Для защиты пользователя от взлома при помощи записи голоса, пароль повторяется несколько раз, и результаты должны

различаться. Минус этого подхода затраты времени на повторение пароля и анализ данных программой.

### **Сферы применения голосового управления**

Речевые технологии охотно используются в медицине, например, для коррекционно-развивающей работы с людьми, у которых имеются нарушения звукопроизношения и/или слуха.

Речевые системы так же внедрены и эффективно работают в банковских организациях. Они используют технологии голосового самообслуживания и обеспечивают быстрый доступ абонентов к запрашиваемой информации.

Новым шагом авиационных компаний стало использование технологий распознавания естественной речи, что позволило значительно улучшить качество обслуживания пассажиров, а также сократить расходы.

Голосовые системы самообслуживания помогли операторам телекоммуникационной связи улучшить процесс обслуживания абонентов, поскольку ускорилась обработка звонков, уменьшилось количество ошибочных соединений, усовершенствовалась защита персональных данных клиентов.

Организация голосовых центров самообслуживания в компаниях, которые работают в различных сферах страховой деятельности, также помогла повысить качество обслуживания клиентов, обратившихся в контактный центр и сократить расходы.

### **Литература:**

1. А. В. Фролов, Г. В. Фролов Синтез и распознавание речи. Современные решения. 2012
2. Б. М. Лобанов, Л. И. Цирюльник «Компьютерный синтез и клонирование речи», Минск «Белорусская Наука», 2008.
3. Матвеев, Ю. Н. Технологии биометрической идентификации личности по голосу и другим модальностям // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана 2012.
4. ЦРТ [Электронный ресурс] режим доступа <http://www.speechpro.ru/>
5. Nuance Communication. [Электронный ресурс] режим доступа <http://www.nuance.co.uk/>

## **Криптосистема Эль-Гамала**

Молчанова Анастасия Александровна, студент

Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова

*Криптосистему Эль-Гамала используют для того, чтоб сформировать электронную подпись, или для шифровки данных. В данной статье рассмотрены идея этого метода шифрования, описание алгоритма.*

**Ключевые слова:** криптосистема Эль-Гамала, шифр, схема, шифрование, дешифрование, алгоритм, открытый ключ, закрытый ключ.

Так же в последнее время речевые технологии популяризовались и в повседневной жизни, быту. Например, в помощь молодым родителям производят «электро-няню», на сегодняшний день она уже имеет и звук, и видео, и обратную связь.

Системы голосового управления помогают обеспечить контроль над некоторыми функциями автомобиля. Эти технологии позволяют водителям, не отвлекаясь, вести автомобили, тем самым обеспечивая безопасность движения на дороге.

### **Заключение**

На данный момент применение речевых технологий в бизнесе связано с большими затратами на оборудование и сопутствующее программное обеспечение. Однако, несмотря на экономическую дороговизну этой новинки, она уже окупает себя. И постепенно внедряется все большим числом предприятий.

Технологии не стоят на месте и суммы инвестирования в область речевых технологий, только растут. Со временем обязательно появятся недорогие аналоги, которые все больше будут заменять человека в обслуживании звонков и заказов. На данный момент, уже есть наработки гидов для музеев и других голосовых помощников.

Конечно, сейчас это больше утопия, поскольку компьютер еще не способен разговаривать с интонацией, а полноценное распознавание слитной устной человеческой речи — невозможно. Но факты говорят о том, что эра голосовых помощников не за горами.

**К**риптосистема Эль-Гамала — это шифрование с открытым ключом, которая базируется на свойствах дискретного логарифма. Непосредственное ее преиму-

щество над алгоритмом RSA в том, что в RSA есть возможность подделать цифровую подпись под некоторыми сообщениями, без определения секретного ключа, когда



в методе шифрования Эль-Гамала такая возможность отсутствует.

Шифр Эль-Гамала лежит в основе бывших стандартов электронной цифровой подписи в США (DSA) и России (ГОСТ Р 34.10–94).

### Идея метода шифрования

Основная идея метода шифрования Эль-Гамала заключается в том, что эффективного метода сравнения  $a^x = b \pmod{p}$  не существует.

Обозначим через  $Z(n)$  вычеты по модулю  $n$ , через  $Z^*(n)$  — мультипликативную группу обратимых элементов в  $Z(n)$ ,  $a^b \pmod{n}$  — возведение в степень  $b$ , принадлежащих  $Z(n)$ .

Допустим, числа  $p$  и  $2p+1$  являются простыми,  $p > 2$ ,  $v$  — образующая мультипликативная группа  $Z^*(p)$ , а  $w$  —  $Z^*(2p+1)$ .

Лемма: если  $v$  — образующая  $Z^*(p)$ , то  $v_0 = (p + (p+1)v) \pmod{2p}$  — образующая мультипликативная группа  $Z^*(2p)$ . А эта группа изоморфна  $Z^*(p)$ , поскольку если  $p$  является простым числом, то группа  $Z^*(p)$  изоморфна  $Z(p-1)$ .

### Описание алгоритма

Для генерации пары ключей следует выбрать простое число  $p$ :

```
{bool check = true;
if ((num % 10) % 2 == 0 && num != 2)
{TxtResult.Text = _mesNo;
return;}
BigInteger sqrtnum = Sqrt (num);
int del = 3;
while (del <= sqrtnum)
{if (num % del == 0)
{TxtResult.Text = _mesNo;
return;}
del += 2;}}
TxtResult.Text = _mesYes;
} static BigInteger Sqrt (BigInteger n)
{BigInteger x = n, y = n;
do {
y = x;
x = (y + (n / y)) / 2;}
while (y > x);
return x;}
```

Листинг 1. Проверка на простое число  $p$

Затем нужно выбрать два случайных числа  $g$  и  $x$ , которые строго меньше  $p$ : ( $g < p$ ,  $x < p$ )

```
{Random random = new Random ();
k = random.Next (0, 10000);
if (GetNOD (k, p - 1) == 1)
{g = random.Next (0, (int) p);
x = random.Next (0, (int) p);
break;}
```

Листинг 2. Задание двух случайных элементов  $q$  и  $x$ .

Далее нужно получить значение  $y$  из выражения:  $y = g^x \pmod{p}$ .

```
ReturnValue ret = new ReturnValue ();
num1 = BigInteger.Abs (num1);
num2 = BigInteger.Abs (num2);
BigInteger i = num2, x = 0, y = 1;
while (num1 > 0)
{BigInteger q = i / num1, x1 = num1;
num1 = i % x1;
i = x1;
x1 = y;
y = x — q * x1;
x = x1;}
x %= num2;
if (x < 0) x = (x + num2) % num2;
ret.SetValue (x);
if (x != 1)
{ret.SetGetBoolValue (true);}
else
{ret.SetGetBoolValue (false);}
return ret;
```

Листинг 3. Получение значения  $y$ .

Тройка чисел  $(y, g, p)$  является открытым ключом, причем  $g$  и  $p$  можно сделать общими для группы пользователей,  $x$  в свою очередь является закрытым ключом.

Для того, чтобы подписать сообщение  $M$ , вначале нужно выбирать случайное число  $k$ , так что бы НОД  $(k, p - 1) = 1$

```
num1 = BigInteger.Abs (num1);
num2 = BigInteger.Abs (num2);
if (num1 * num2 == 0 {
return 1;}
while (num1 != num2)
{if (num1 > num2)
{num1 -= num2;}
else
{num2 -= num1;}}
return num1;
```

Листинг 4. Выбор случайного значения  $k$ .

Значение  $k$  в дальнейшем сохраняется в секрете. Далее вычисляется значение  $a$  из выражения  $a = g^k \pmod{p}$ .

Следом для нахождения  $b$  помощью расширенного метода Евклида решается уравнение:  $M = (xa + kb) \pmod{(p - 1)}$ .

Подписью является пара чисел  $(a, b)$ . Для того, чтоб убедиться в ее верности, необходимо проверить справедливость следующего равенства:

```
y^a * a^b mod p = g^M mod p.
for (int i = 0; i < M.Length; i++)
{if (((BigInteger.ModPow (y, a, p) * BigInteger.ModPow (a, b[i], p)) % p) == (BigInteger.ModPow (g, M[i], p)))
{res.SetCheckValue (BigInteger.ModPow (g, M[i], p));}
else
{res.SetCheckValue (0);}
break;}}
```

Листинг 5. Верно ли равенство.

Для каждой процедуры подписания необходимо новое значение  $k$ , которое выбирается случайным образом.

Компрометация значения  $k$  дает возможность по перехваченным значениям  $M$ ,  $a$  и  $b$  восстановить за полиномиальное время значение секретного ключа  $x$ .

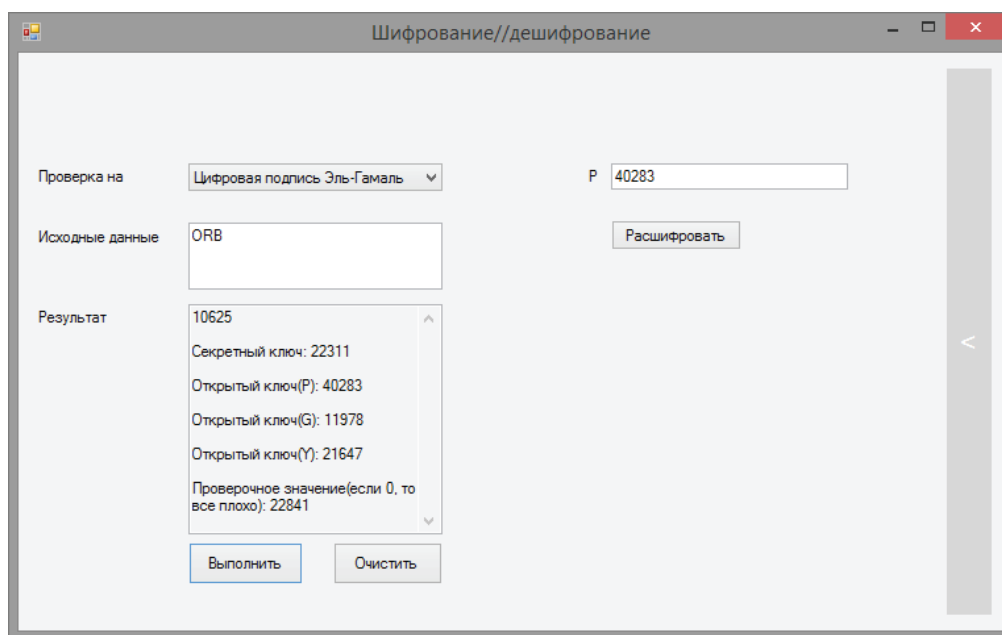


Рис. 1. Пример шифрования цифровой подписью Эль-Гамаля

### Заключение

В качестве иллюстрации к статье можно привести пример шифрования методом Эль-Гамаля (Рисунок 1).

Следует добавить, алгоритм Эль-Гамаля является криптосистемой с открытым ключом, которые в настоящее время считаются наиболее эффективными.

### Литература:

1. С. Бабичев. Криптография без секретов. 2012
2. С. Сингх. Книга шифров. Тайно истории шифров и их расшифровки. М.: Аст, Астрель, 2006. 447 с.
3. Б.А. Фороузан. Схема цифровой подписи Эль-Гамаля. Управления ключами шифрования безопасности и безопасности сети.

## Расширение отладочного интерфейса PyDbg для противодействия антиотладке

Сергеев Роман Алексеевич, аспирант  
Самарский государственный технический университет

*Статья посвящена разработке расширения отладочного интерфейса PyDbg для противодействия антиотладочному приему на основе функции `NtQueryInformationProcess`. Кратко рассмотрены основные категории антиотладочных техник. Дано описание фреймворка `RaiMei` и его ключевой части — интерфейса `PyDbg`. Проанализирована функция `NtQueryInformationProcess` и возможность ее использования в качестве антиотладочной техники. Приведены описание алгоритма разработанного расширения, а также результаты тестирования расширения.*

**Ключевые слова:** обратная разработка, отладчик, антиотладка, `pydbg`

Вопросы обратной разработки программного обеспечения имеют большое значение на современном этапе

развития информационных технологий. Обратная разработка программного обеспечения связана с областью

компьютерной безопасности [1, с.5], которой уделяют в последнее время повышенное внимание. Обратной разработке подвергаются, в частности, образцы различных вредоносных программ в целях анализа их функциональности. Для затруднения анализа бинарного кода разработчики часто применяют разные техники, среди которых особое место занимают так называемые антиотладочные приемы. Существование и использование таких приемов явилось причиной появления множества анти-антиотладочных надстроек и плагинов для различных отладчиков. Настоящая работа посвящена разработке анти-антиотладочного расширения для отладочного интерфейса PyDbg фреймворка PaiMei, которое противодействует детектированию отладчика путем вызова функции `NtQueryInformationProcess` с параметром `ProcessInformationClass`, равным `ProcessDebugPort`.

Раскроем понятие антиотладки. Т. Шилдс (Shields T.) [2, с. 1] определяет антиотладку следующим образом: «Антиотладка — это реализация одной или более техник в компьютерном коде, которая препятствует попыткам обратной разработки или отладки целевого бинарного файла». Сущность таких техник заключается в детектировании исполнения программы под контролем отладчика. Если детектирование показало наличие отладчика, то программа может, например, изменить свой поток управления таким образом, чтобы скрыть свою вредоносную активность. Приемы антиотладки обычно подразделяют на шесть [2, с. 1] основных категорий: основанная на API антиотладка (вызовы функций `IsDebuggerPresent`, `CheckRemoteDebuggerPresent` и др.); антиотладка, основанная на исключениях (используется тот факт, что отладчик отлавливает определенные исключения и может неправильно отправлять их процессу для внутренней обработки); непосредственное детектирование в блоках процесса/треда (например, непосредственная проверка поля `BeingDebugged` в блоке окружения процесса `PEB`); детектирование модифицированное кода (расчет CRC определенных блоков кода для удостоверения отсутствия изменений, сделанных из-за отладки); детектирование на основе аппаратного обеспечения и регистров (проверка состояния специальных отладочных регистров процессора и др.); основанная на времени антиотладка (использование того факта, что будучи отлаживаемой программа обычно выполняется намного медленней).

Наличие и применение таких антиотладочных приемов вызвало в свою очередь появление различных анти-антиотладочных надстроек для отладчиков, которые направлены на преодоление тех или иных методов антиотладки. Например, существует коллекция плагинов `aadr` [3] для различных отладчиков (`OlllyDbg`, `Immunity-Debugger`), целью которых является сокрытие факта наличия отладчика от большинства известных антиотладочных приемов.

PaiMei — это фреймворк для обратной разработки, включающий в себя множество расширяемых компонентов. Как указывается автором фреймворка П. Амини

(Amini P.) в [4]: «PaiMei можно в сущности представлять как швейцарский армейский нож реверс-инженера и он уже доказал эффективность для широкого диапазона статических и динамических задач, таких как: поддержка фаззинга, учет покрытия кода, учет распространения данных и т. д».. PaiMei написан на языке Python и предоставляет отладочный интерфейс PyDbg, библиотеку для представления графов как коллекций вершин, ребер и кластеров `pGRAPH`, библиотеку на основе `pGRAPH` для представления бинарных файлов как коллекций функций, базовых блоков и инструкций `PIDA`. Также в состав фреймворка включены различные утилиты, консоль и скрипты.

PyDbg представляет собой класс, полностью написанный на языке Python и абстрагирующий win32 отладочный интерфейс. В функциональность данного класса входит, в том числе:

- перечисление процессов, модулей, тредов, работа с ними (`enumerate_processes()`, `enumerate_modules()`, `suspend_thread()` и т.д.);
- установка аппаратных, программных и основанных на памяти точек останова (`bp_set_hw()`, `bp_set()` и т.д.);
- эффективная работа с памятью (чтение, запись, выделение и интеллектуальное разыменование) (`read()`, `write()`, `virtual_alloc()`, `smart_dereference()` и т.д.);
- а также наборы API для получения снимков памяти и их восстановления, раскрутки стека и SEH, обработки исключений и событий, дизассемблирования инструкций и специальные функции-утилиты [5, с.22].

PyDbg является отладочным инструментом, следовательно, этот инструмент подвержен действию антиотладочных приемов.

В классе `pydbg` присутствует специальный метод `hide_debugger()`. Данный метод предназначен для сокрытия присутствия отладчика. Для этого данный метод модифицирует поле `BeingDebugged` структуры блока окружения процесса (`PEB`) путем записи в него нуля. Таким образом, во-первых, отладчик становится невидимым для тех программ, которые напрямую считывают данный флаг, во-вторых, вызов функции `IsDebuggerPresent()` не показывает наличие отладчика, так как данная функция зависит от модифицируемого флага. Эксперименты показывают правильную работу данного метода.

Однако, в классе `pydbg` отсутствует функциональность, которая бы учитывала антиотладочный прием на основе функции `NtQueryInformationProcess` с параметром `ProcessInformationClass`, равным `ProcessDebugPort`.

Функция `NtQueryInformationProcess` располагается в библиотеке `ntdll.dll`. Таким образом, строго говоря, данная функция не документирована. Однако, можно найти ее описание и варианты использования в том числе в официальных источниках, предназначенных для разработчиков. С данной функцией нет ассоциированных библиотек импорта, поэтому, если разработчик хочет вызвать данную функцию в своем приложении, он должен использовать функции `LoadLibrary` и `GetProcAddress` для динамического связывания с библиотекой `Ntdll.dll` [6].

Дадим описание данной функции. В соответствии с [6], функция `NtQueryInformationProcess` извлекает информацию об определенном процессе. Возвращает данная функция значение типа `NTSTATUS`. Параметры функции следующие: `ProcessHandle` (тип `HANDLE`) — описатель процесса, для которого извлекается информация; `ProcessInformationClass` (тип `PROCESSINFOCLASS` перечисление) — тип информации о процессе, которая будет извлекаться; `ProcessInformation` (тип `PVOID`) — указатель на буфер, предоставляемый вызывающим приложением, в который функция записывает запрашиваемую информацию, размер информации, которая будет записана, зависит от параметра `ProcessInformationClass`; `ProcessInformationLength` (тип `ULONG`) — размер буфера, на который указывает параметр `ProcessInformation`, в байтах; `ReturnLength` (тип `PULONG`) — указатель на переменную, в которую функция возвращает размер запрошенной информации.

Для целей антиотладки данную функцию можно использовать следующим образом. При указании параметра `ProcessInformationClass` как `ProcessDebugPort` (что равно числу 7) функция будет извлекать значение типа `DWORD_PTR` и помещать его в выходной буфер. Данное значение является номером порта отладчика для процесса. Ненулевое значение показывает, что процесс выполняется под контролем отладчика третьего кольца. Таким образом, в программе может содержаться вызов данной функции с указанными параметрами и последующая проверка выходного буфера. Если буфер содержит ненулевое значение, логика работы программы может изменить поток управления и, например, вредоносная программа завершится, не раскрыв свой основной функционал. Таким образом будет реализована техника антиотладки с использованием вызова данной функции. Пример подобного использования функции можно найти, например, в [7].

В экспериментальных целях была разработана тестовая программа, которая вызывает функцию `NtQueryInformationProcess` с параметром `ProcessDebugPort`, и, в зависимости от содержимого возвращаемого буфера, выводит два различных сообщения, говорящих либо о присутствии, либо об отсутствии отладчика. Эта программа вначале была протестирована на двух известных отладчиках `WinDbg` и `OllyDbg` (без анти-антиотладочных плагинов). Во время работы отладчиков было проинспектировано содержимое буфера в обоих случаях. Оно оказалось одинаково и равно `0xFFFFFFFF (-1)`, что идентифицирует наличие отладчика и вызывает соответствующую ветвь исполнения программы с соответствующим сообщением. Те же результаты были получены и при работе программы под контролем отладочных средств класса `pydbg`. Для целей преодоления данной техники антиотладки было реализовано расширение класса `pydbg`.

Представляемое расширение реализовано в виде добавленного в класс метода, получившего название `hide_debug_port()`. Данный метод можно вызывать в скриптах на языке Python наряду с другими методами класса `pydbg`.

Внутренняя работа метода `hide_debug_port()` заключается в следующем. Во время вызова метода вначале происходит поиск адреса функции `NtQueryInformationProcess` при помощи метода `func_resolve()` с указанием библиотеки `ntdll.dll`. Далее, с помощью метода `bp_set()` происходит установка точки останова по адресу функции `NtQueryInformationProcess`, при этом обработчиком данной точки останова указывается специальный разработанный приватный метод `__Interceptor()`. Далее, с использованием метода `iterate_modules()` происходит процесс итерации по модулям, загруженным в адресное пространство отлаживаемого процесса. Как только встречается модуль, имя которого заканчивается так: `“.exe”`, в специально введенные атрибуты класса `Size` и `Base` заносятся размер и базовый адрес данного модуля соответственно. Данная информация понадобится в дальнейшем. На этом работа метода `hide_debug_port()` завершается.

Итак, после вызова метода `hide_debug_port()` на адресе функции `NtQueryInformationProcess` установлена точка останова с обработчиком `__Interceptor()`. Это значит, что всякий раз, когда будет вызываться функция `NtQueryInformationProcess` (управление будет передаваться по адресу данной функции), будет срабатывать исключение отладки, за которым последует передача управления методу `__Interceptor()`.

Метод `__Interceptor()` работает по следующему алгоритму. Вначале происходит получение значения указателя стека (регистр `esp`) из структуры `context`, которое было на момент срабатывания точки останова, а значит, ровно в начале функции `NtQueryInformationProcess`. Далее с помощью метода `read_process_memory` считываются 4 байта по указателю стека. Эти четыре байта представляют собой адрес возврата из функции `NtQueryInformationProcess`. Далее, подобным образом получается параметр `ProcessInformationClass` функции `NtQueryInformationProcess` — считываются 4 байта по адресу `esp+8`. После выполняются преобразования полученных значений с помощью функции `unpack` модуля `struct`, значение `ProcessInformationClass` дополнительно переводится в тип `int`. Представляемое анти-антиотладочное расширение направлено на подавление попыток определить наличие отладчика путем вызова функции `NtQueryInformationProcess` с параметром `ProcessDebugPort`, исходящих из главного модуля программы. Это обосновывает применение следующей эвристики. Если параметр функции `ProcessInformationClass` равен числу 7 и адрес возврата попадает в диапазон адресов от `Base` до `Base+Size`, то делается вывод, что вызов функции произошел из главного модуля программы, и метод `__Interceptor()` продолжает работу, иначе происходит выход из данного метода без каких-либо изменений. Отметим, что данная логика может быть быстро и легко удалена из класса `pydbg` вследствие открытого исходного кода данного класса и удобства языка Python. Это может быть сделано, например, в целях противодействия другим функциям, используемым для ан-



тиотладки, которые зависят от результатов функции `NtQueryInformationProcess`. Эти возможности упоминаются, например, в [8]. Однако, эти случаи не являются предметом настоящей работы.

Итак, пусть вызов функции `NtQueryInformationProcess` произошел из главного модуля программы. В этом случае с помощью метода `bp_set()` происходит установка точки останова на адрес возврата. Обработчиком данной точки останова назначается другой специальный разработанный приватный метод `__HideIt()`. Далее, с помощью метода `read_process_memory` происходит чтение адреса буфера, который был предоставлен вызывающей стороной и в который запишется информация по результатам работы функции `NtQueryInformationProcess`. Адрес данного буфера располагается по адресу `esp+12`. Адрес буфера преобразовывается с помощью функции `unpack` модуля `struct`, далее данный адрес сохраняется в специально введенный атрибут `addr` класса `pydbg`. После работа метода `__Interceptor()` заканчивается, происходит возврат значения `DBG_CONTINUE`.

Теперь, если есть факт установки на адрес возврата точки останова, в работу вступает метод `__HideIt()`. После завершения функции `NtQueryInformationProcess` вместо адреса возврата управление передается обработчику точки останова `__HideIt()`. Внутри данного метода сначала формируется число 0, которое преобразовывается с помощью функции `pack` модуля `struct` для последующей записи в адресное пространство отлаживаемого процесса. Далее, при помощи метода `write_process_memory` происходит запись по адресу в атрибут `addr` четырех нулевых байт, что равносильно обнулению возвращаемого функцией `NtQueryInformationProcess` буфера. Таким образом, последующие проверки вызывающей стороной данного буфера на наличие ненулевых значений (номера порта отладки) для определения присутствия отладчика покажут его отсутствие. Следовательно, антиотладочный прием на основе использования функции `NtQueryInformationProcess` для определения порта отладки не будет иметь эффекта и будет успешно преодолен. Обобщенная схема работы расширения представлена на рисунке 1.

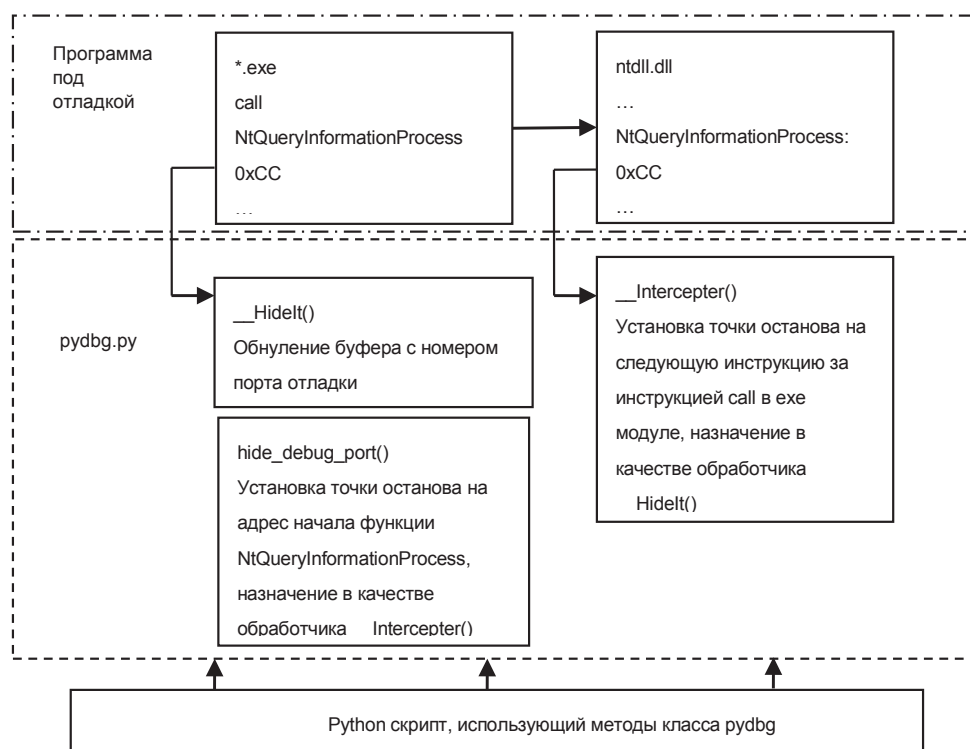


Рис. 1. Обобщенная схема работы расширения `hide_debug_port()`

Для проверки разработанного расширения был написан тестовый скрипт, использующий метод `hide_debug_port()`. Данный скрипт запускал упомянутую выше программу (выводящую два разных сообщения в зависимости от результатов работы функции `NtQueryInformationProcess`) и далее вызывал метод `hide_debug_port()`. Тестовый исполняемый файл вывел сообщение об отсутствии отладчика, таким образом, эксперимент показал правильную работу разработанного метода `hide_debug_port()`.

Итак, в результате было разработано расширение `hide_debug_port()` отладочного интерфейса PyDbg, призванное обеспечить сокрытие факта работы отладчика в случаях, когда в качестве антиотладочного приема используется вызов функции `NtQueryInformationProcess` с параметром `ProcessDebugPort`. Данное расширение показало свою работоспособность по итогам тестов и может использоваться в практической деятельности специалистов по обратной разработке программного обеспечения.

*Литература:*

1. Eilam, E. Reversing: Secrets of Reverse Engineering / E. Eilam. — Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc., 2005. — 618 с.
2. Shields, T. Anti-Debugging — A Developers View / T. Shields. — URL: <http://index-of.es/exploit/Anti-Debugging-8211-A-Developers-View.pdf> (дата обращения: 22.12.2015).
3. Anti-Anti-Debugger Plugins. — URL: <https://code.google.com/p/aadp/> (дата обращения 22.12.2015).
4. Amini, P. Paimei: Overview / P. Amini. — URL: <http://pedramamini.com/PaiMei/docs/> (дата обращения: 25.12.2015).
5. Amini, P. Paimei — Reverse Engineering framework / P. Amini // RECON2006. — URL: <http://www.recon.cx/en/i/pamini-five-finger.pdf> (дата обращения: 25.12.2015).
6. Microsoft Developer Network: NtQueryInformationProcess function. — URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/desktop/ms684280\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/desktop/ms684280(v=vs.85).aspx) (дата обращения 22.12.2015).
7. Tully, J. Introduction Into Windows Anti-Debugging / J. Tully. — URL: <http://www.codeproject.com/Articles/29469/Introduction-Into-Windows-Anti-Debugging> (дата обращения 14.12.2015).
8. Falliere, N. Windows Anti-Debug Reference / N. Falliere. — URL: <http://lilxam.free.fr/repo/Cracking/Anti-Debugging/Windows-Anti-Debug-Reference.pdf> (дата обращения 14.12.2015).

## 2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

### Системы встроенного контроля для интегрированного комплекса авионики

Саидумаров Илхомжан Миралимович, кандидат физико-математических наук, доцент;

Умаров Азизбек Алишер угли, студент

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

**В** настоящее время все большее распространение получают интегрированные комплексы систем авионики с мощными системами встроенной диагностики.

При исследовании, разработке и реализации процессов диагностирования технического состояния различных объектов необходимо решать те же задачи, которые возникают при исследовании, разработке и реализации процессов управления вообще. Это, в первую очередь, задачи изучения физических свойств объектов диагностирования и их неисправностей (отказов), задачи построения математических моделей объектов и моделей неисправностей. Затем следуют задачи анализа моделей объектов с целью получения данных, необходимых для построения алгоритмов диагностирования. Следующую группу образуют задачи создания средств диагностирования на основе разработки принципов построения, экспериментального опробования и внедрения в эксплуатацию. Наконец, следует указать на разработку методов проектирования средств диагностирования в целом и исследования их характеристик и свойств.

Задачами технического диагностирования являются:

- контроль технического состояния;
- поиск места (локализация) и определение причин отказа (неисправности);
- прогнозирование технического состояния.

Термин «контроль технического состояния» применяют, когда основной задачей технического диагностирования является определение вида технического состояния (ТС).

Целью прогнозирования ТС может быть определение с заданной вероятностью интервала времени, в течение которого сохранится работоспособное состояние объекта, или вероятность сохранения работоспособного состояния на заданный момент времени.

Для авиационного приложения технической диагностики особенно важна прогностическая ценность результатов диагностирования поведения отдельных изделия и функциональных систем воздушных судов (ВС) в будущем, так как простая констатация уровня надежности изделия, уже выработавшего свой ресурс, имеет, вообще говоря, малую ценность.

Действительно: если во время предполётного контроля функциональной системы (ФС) воздушного судна

определяют её техническое состояние в данный момент, но прогнозировать её состояние хотя бы на предстоящий очередной полёт не представляется возможным, то такой результат диагностирования смысла не имеет. Поэтому одной из важнейших задач диагностирования систем авионики (и всех ФС ВС) следует считать прогнозирование неисправностей и предупреждение возможности их отказа во время выполнения полётного задания. Особенно большое значение имеет прогноз на ранних стадиях жизненного цикла изделия (разработка и изготовление), когда необходимо дать оценку эффективности принятых конструкторских решений и технологических методов для обеспечения требуемого уровня надёжности в ожидаемых условиях эксплуатации в течение всего жизненного цикла.

На рубеже 70-х годов в составе бортового оборудования самолётов появились цифровые вычислительные средства, которые за относительно короткий срок практически полностью заменили используемые ранее аналоговые вычислители, поскольку обеспечивали более высокую точность решения задач, характеризовались большей универсальностью применения и обладали широкими логическими возможностями.

Эти качества бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ) позволяют использовать ее практически во всех подсистемах бортового оборудования самолета, обеспечивают устойчивость БЦВМ к усложнению алгоритмов и позволяют применять более сложные, а значит, и более совершенные законы управления самолетом и его подсистемами. Они позволили осуществить информационное взаимодействие между отдельными (ранее непосредственно не взаимодействовавшими) подсистемами бортового оборудования и образовать единый комплекс бортового оборудования (КБО), что в конечном счете повысило эффективность выполнения полетного задания и безопасность полета.

Однако бортовые цифровые вычислительные машины и комплексы первых поколений были недостаточно ориентированы на решение задач диагностирования бортовых систем и не обеспечивали необходимой эффективности технического обслуживания. Эксплуатация АиРЭО оставалась трудоёмкой, применение БЦВМ слабо отразилось на снижении затрат на эксплуатацию электронного

оборудования. В большинстве случаев увеличение сложности оборудования повлекло за собой увеличение затрат на аппаратуру контроля, разработку программного обеспечения, техническую документацию.

Одним из факторов, существенно влияющих на эффективность процесса диагностирования, является качество алгоритмов диагностирования, реализуемых ВСК.

Возможность оптимизации алгоритмов диагностирования определяется следующими обстоятельствами. Число элементарных проверок (ЭП), достаточных для решения конкретной задачи диагностирования, как правило, меньше числа всех допустимых (т.е. физически возможных и реализуемых) ЭП данного объекта. Разные ЭП требуют разных затрат на их реализацию и могут давать разную информацию о техническом состоянии объекта. Кроме того, одни и те же ЭП могут быть реализованы в различных последовательностях.

Поэтому для решения одной и той же задачи диагностирования (например, для проверки работоспособности) можно синтезировать несколько алгоритмов диагностирования, различающихся между собой либо составом ЭП, либо последовательностью их реализации, либо, наконец, тем и другим вместе, требуя разные затраты на реализацию.

За последнее время достигнут значительный прогресс в повышении качества и надежности элементов электроники. В авиационной электронике превалирующим стало использование микропроцессоров. Компоненты электроники уменьшились в размерах, снизились потребляемые мощности, в то время как их возможности возросли. Огромный прогресс произошёл не только в средствах передачи данных, но и в средствах индикации данных. Широкое внедрение цифровой техники, интегральных схем с присущей им высокой надёжностью, модульное конструирование аппаратуры с функциональной группировкой электрических цепей, использование универсальных микропроцессоров в авиационном оборудовании позволило реализовать функции встроенного контроля при очень небольшом увеличении стоимости систем. Это, в свою очередь, создало возможность для реализации новых концепций технического обслуживания (ТО), которые позволяют снизить расходы на эксплуатацию систем авионики, уменьшить время восстановления, сократить число ложных замен и отказов, вносимых обслуживающим персоналом.

Среди перспективных направлений минимизации стоимости технического обслуживания за счёт использования ВСК имеется концепция, которая снижает стоимость ТО путём увеличения возможностей внутренней диагностики. Структура взаимных сопряжений может использоваться так, чтобы собрать данные о техническом состоянии всех бортовых систем ВС в одном удобном месте, каковым является, например, кабина ВС. Такая Централизованная Система Индикации Отказов (ЦСИО) состоит из всех имеющихся на самолёте средств контроля и диагностирования (ВСК, ВК, датчики состояния) и двух до-

полнительных блоков: сопряжения и индикации. Функции ЦСИО — собирать данные об отказах, предоставлять эти данные (по запросу) оператору технического обслуживания и помогать в проведении диагностических испытаний на подтверждение рабочих характеристик после установки (монтажа) сменного блока — ТЭЗС.

В авионике автоматическое тестовое диагностирование применяется перед взлётом после включения питания. Положительный результат тестовой проверки работоспособности систем ВС, полученный непосредственно перед взлётом, повышает вероятность (уверенность) успешного выполнения полета. В любом случае эта вероятность выше, чем тогда, когда тестовая проверка систем авионики перед взлётом не проводилась. В полёте после подачи питания на невключённые ранее системы также проводится их автоматическое тестирование. Без систем тестового диагностирования невозможно обойтись на этапе изготовления и ремонта изделий авионики, в частности, при локализации отказов с помощью внешних (наземных) средств диагностирования в демонтированных модулях (БСБ, ЛДА).

При функциональном диагностировании контролируется правильность выполнения объектом заданных ему функций. Системы функционального диагностирования работают обычно тогда, когда объект применяется по назначению и на него поступают только рабочие воздействия в соответствии с рабочим алгоритмом функционирования. Для бортовых систем ВС — это постоянное диагностирование в полёте. Рабочее диагностирование даёт возможность немедленно реагировать на нарушение правильности функционирования бортовых систем.

При проверках блоков и систем авионики после завершения ремонтных работ в мастерской рабочее диагностирование применяется для оценки качества выполнения требуемых функций перед установкой на самолёт. В этом случае на восстановленный объект от аппаратуры автоматизированного диагностирования поступают сигналы, имитирующие рабочие воздействия. В ходе такого рабочего диагностирования возможна также проверка правильности функционирования встроенных в БСБ средств контроля. Для проведения диагностики и полной проверки работы схемы БСБ+ВСК необходимо обеспечить совместимость внешних (ААД) и внутренних (ВСК, ВК, датчики и сигнализаторы состояния, положения) средств диагностирования.

Следует напомнить, что до 80-х годов прошедшего столетия проектирование авионики велось без должного учета того, как она будет проверяться и регулироваться в условиях технического обслуживания, как будут организованы проверка работоспособности, правильности функционирования и поиска неисправностей в условиях эксплуатации ВС и хранения запасного комплекта различных изделий. Недооценка важности своевременной (на этапе проектирования) и глубокой проработки вопросов организации эффективных процедур диагности-



рования, в том числе автоматизации поиска отказов, вело к непроизводительным материальным затратам, низкой надёжности расписания полётов и высокой трудоёмкости работ при профилактике, ремонте и регулировке изделий и систем авионики.

В связи с усложнением оборудования и все более широким применением в его составе микропроцессоров возникает необходимость построения систем встроенного контроля компьютеров самолета.

В результате анализа радиоэлектронного оборудования современных летательных аппаратов, эксплуатируемых Национальной авиакомпанией Узбекистана «Узбекистон Хаво Йуллари», было выявлено наличие большого количества бортовых компьютеров, требующих усовершенствования систем встроенного контроля. Например, на самолете А-320 программное обеспечение необходимо

постоянно обновлять на следующих бортовых компьютерах:

1) FLIGHT MANAGEMENT AND GUIDANCE COMPUTER-навигационный компьютер и компьютер управления автопилотом;

2) ENHANCED GROUND PROXIMITY AVOIDANCE SYSTEM-система предупреждения близости земли;

3) TRAFFIC COLLISION AVOIDANCE SYSTEM-система предупреждения столкновений в воздухе;

4) AIR TRAFFIC SERVICE UNIT-бортовой модем для обслуживания воздушного движения.

А также многих других компьютерах.

При этом необходимо отметить, что системы встроенного контроля в их существующем варианте не позволяют достоверно выявить неисправность с точностью до печатной платы.

#### Литература:

1. Технические средства диагностирования: справочник / В. В. Ключев, П. П. Пархоменко, В. Е. Абрамчик и др.; под общей редакцией В. В. Ключева. — М.: Машиностроение, 1989. — 672 с., ил.
2. Согомонян, Е. С. Самопроверяемые устройства и отказоустойчивые системы / Е. С. Согомонян, Е. В. Слабоков. — М.: Радио и связь, 1989. — 208 с.: ил.

## Анализ проблем квантовой линии связи в криптографии

Степанов Пётр Петрович, студент  
Дальневосточный федеральный университет

*Рассмотрен метод квантовой криптографии, основанный на распределении ключа с помощью элементарной частицы света — фотона. Выделены основные проблемы, возникающие в линии связи при передаче фотона. Проанализировано состояние решения проблем, основанных на структуре оптического волокна и вычислительной мощности современных компьютеров. Предложен способ сохранения «квантового состояния».*

**Ключевые слова:** квантовое распределение ключа, фотон, квантовое состояние.

## The analysis of the problems of quantum link

Stepanov Petr Petrovich

*The method of quantum cryptography is based on the distribution key using the elementary particles of light — photons. The main problems that arise in the communication line when transmitting photon. The state of problem solving based on the structure of the optical fiber and the processing power of modern computers. A method is offered for preserving the «quantum state».*

**Keywords:** Quantum key distribution, photon, fiber optics, quantum computers, quantum state, memory for light

В настоящее время для секретной передачи сообщения необходимо, чтобы секретный ключ был случайным, длина ключа была не меньше длины сообщения и ключ использовался только один раз. Ключевая проблема в последнем, потому что никакая третья сторона не должна получить доступ к этой информации. Задача безопасного

обмена решается с помощью квантового распределения ключа (Quantum Key Distribution) [1].

Вообще, квантовая теория информации лежит на стыке двух наиболее значительных теорий XX века: квантовой механики и теории информации. Она работает с квантовомеханическими состояниями и рассматривает их спо-

способность участвовать в переносе и обработке информации. Во время появления этой теории были актуальны проблемы, связанные с сильным влиянием квантового шума, считавшимся однозначно разрушающим фактором. Однако, при более подробном изучении этого явления выяснилось, что квантовый шум может оказывать существенную помощь при передаче и обработке информации: так, явление квантового размывания частицы по нескольким точкам пространства обладает свойством интерференции, способном, в ряде случаев, принести существенную пользу.

Важно отметить, что при проведении первых опытов над элементарными частицами было обнаружено, что их поведение очень сложно увязать с имевшимися на тот момент представлениями и физическими явлениями. Это привело к тому, что после формулировки новых законов, описывающих поведение элементарных частиц, эту часть физики стали называть квантовой теорией, а сложившуюся на тот момент картину мира — классической.

Одним из ключевых законов квантовой механики является уравнение Шредингера, которое описывает изменение квантовых состояний во времени. Если учитывать, что Эрмитов оператор  $\hat{H}$  называется гамильтонианом системы и именно он оказывает влияние на её эволюцию, то уравнение Шредингера означает, что любая эволюция квантовой системы может быть представлена как действие некоторого унитарного преобразования.

Простейшим же примером нетривиального квантового объекта является система с двумя базисными состояниями. Физическими примерами подобных систем могут быть фотоны с соответствующими направлениями поляризации (вертикальной и горизонтальной), или направления спина электрона (вверх и вниз). В этом случае соответствующее гильбертово пространство будет двумерным. Обычно, если не важна конкретная природа двухуровневой системы, её состояния обозначают 0 и 1. По аналогии с классическим битом такую систему называют кубитом, что «означает квантовый бит».

Именно процедура измерения квантовых состояний отличает квантовый случай проведения опытов от классического и дает возможность применения квантовой криптографии. В общем случае измерение квантовой системы меняет её исходное состояние, и это является важнейшим отличием квантовой механики от классической.

Рассматривая и сравнивая квантовую и классическую картины мира необходимо выделить несколько фундаментальных отличий.

Первое проявляется уже в самом определении квантовой частицы и её состояния. Представление о такой частице, как о некотором теле, имеющем определенные координаты, размер и массу, оказались в корне неверными, так как для некоторых таких частиц не удавалось даже в принципе понять в какой точке пространства они находятся. Но предсказание поведения таких частиц оказалось возможным, но только после отказа объяснить поведение

с помощью «традиционных» характеристик. Характеристика состояния элементарной частицы выражается в «волновой» функции, принципиально новом объекте квантовой картины мира.

Метод квантового распределения ключа заключается в передаче отдельных битов кода посредством квантового состояния элементарной частицы света — фотона. Его надежность обусловлена фундаментальными законами квантовой механики, по которым даже часть сигнала нельзя увести с передающей линии, так как невозможно поделить фотон на части, а непосредственное встраивание в передающую линию невозможно, потому что квантовое состояние нельзя измерить, не нарушив его, так как измерение одного сигнала рандомизирует другую составляющую.

В квантовой криптографии выделяют два основных направления развития систем распределения ключей [2].

Первое направление базируется на принципе невозможности абсолютно надежно различить два неортогональных квантовых состояния одинокой частицы, второе основано на эффекте «перепутанных состояний» [2].

Первая проблема носит физический характер. Использование в качестве линии передачи оптоволоконного кабеля ограничивает расстояние до 100 километров и до 200–250 в лаборатории. Причина — потеря фотона из-за не идеальности оптического волокна [3]. Классическое решение в виде усилителя не соответствует законам квантового мира: считывание сигнала с целью усиления неминуемо изменит последний, поэтому усилитель неотличим от «шпиона».

Решением является создание «квантового повторителя», который будет принимать сигнал не прослушивая его. Для этой цели предполагалось использовать отдельные атомы, но из-за практической ненадежности, от этой идеи отказались в пользу атомных ансамблей, использование которых значительно повышает соотношение сигнал/шум.

Вторая проблема носит математический характер. Расчет движения квантовой частицы предполагает, что частица движется по всем возможным «альтернативным траекториям», т.е. в режиме суперпозиции [3]. Суперкомпьютеры, рассчитывающие движения миллиардов звезд, не способны смоделировать взаимодействие более двух десятков квантовых частиц.

Решением является создание так называемого «квантового компьютера». Одна из первых теоретических моделей была предложена Ричардом Фейнманом в 1981 году. Проблема её практической реализации — одна из главных задач физики 21-го века, над которой работают крупнейшие лаборатории мира, в том числе и в России.

Третья проблема заключается в сохранении квантового состояния. Она актуальна в ряде задач, когда имеющееся квантовое состояние света необходимо использовать не сейчас, а, допустим, через 100 миллисекунд. Для этого предлагают перенести эту информацию в твердое тело. Решить эту задачу удалось швейцарским физикам в лабораторных условиях с помощью примесных ионов

неодима в кристалле. На практике физикам понадобится более высокие значения эффективности и времени хранения, а также возможность считывания информации по запросу. Для этого можно использовать силикат иттрия, легированный изотопом европия и «замораживать» состояние атома под действием магнитных полей. Перспективность этого направления обоснована исследователями Австралийского национального университета [4].

Кроме того, Александр Львовский, член научного совета Российского квантового центра, выделяет необходимость приведения фотонов во взаимодействие. Основа логики на взаимодействии битов и их изменении (на 0 или 1) при выполнении условного оператора слабо изучена в мире квантовых частиц, сверхмалый размер, большие

скорости и дуализм которых позволяют фотонам практически не замечать друг друга. Более того, решение именно этой проблемы приблизит создание «квантового компьютера», появление которых, эксперт ожидает в ближайшие 15–20 лет [1,5].

В данной работе был представлен анализ проблем квантовой линии связи. Несмотря на множество нерешенных задач, квантовая криптография остается самым перспективным направлением в области информационной безопасности, а квантовые линии связи являются самыми безопасными для передачи секретного ключа. А благодаря множеству других преимуществ можно полагать, что в ближайшее время они заменят все существующие алгоритмы шифрования информации.

#### *Литература:*

1. A. I. Lvovsky Squeezed light, section in book: Photonics Volume 1: Fundamentals of Photonics and Physics, D. Andrews, eds., Chapter 5: 121–164 Published by Wiley, West Sussex, United Kingdom, 2015
2. Холево, А. С. Квантовые системы, каналы, информация. — М.: МЦНМО, 2010, — 328 с.
3. Три главных квантовых прорыва. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://slon.ru/future/3\\_glavnykh\\_kvantovykh\\_proryva\\_2013-869070.xhtml](http://slon.ru/future/3_glavnykh_kvantovykh_proryva_2013-869070.xhtml), свободный (дата обращения: 10.09.2015).
4. Создан квантовый накопитель с рекордным временем работы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zoom.cnews.ru/news/item/591505>, свободный (дата обращения: 14.09.2015).
5. D. Hogg, D. W. Berry and A. I. Lvovsky, Efficiencies of quantum optical detectors// Phys. Rev A 90, 053846 (2014)

### 3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

#### **Концепция применения макета ремонтно-механического цеха на базе технологий «умный дом» для отработки и демонстрации энергоэффективных режимов управления параметрами микроклимата и освещения в учебных заведениях**

Одноров Евгений Павлович, студент

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

*В статье предложена идея создания и непосредственного использования в учебном процессе учебно-методического макета ремонтно-механического цеха (РМЦ) предприятия для демонстрации основных принципов построения инженерных систем. Концепцией предполагается, реализация и отладка алгоритма автоматического управления инженерным оборудованием как для достижения заданных параметров микроклимата и освещенности помещений, так и для достижения режимов работы оптимальных с позиции энергоэффективности. Широкий спектр возможностей по автоматическому программному управлению параметрами модели соответствующих инженерных систем, позволит студентам отработать на практике решение основных задач характерных для автоматического управления технологическими процессами, а также получить наглядную демонстрацию эффекта от принимаемых решений. В данной статье предложены основные положения и принципиальная схема указанной выше концепции.*

**Ключевые слова:** моделирование, учебный макет ремонтно-механического цеха, энергоэффективность, автоматическое управление.

**Введение.** При современных темпах развития микропроцессорной техники и микроэлектроники, технические решения в области автоматизации, исполнение которых ещё десять лет назад требовало профессиональной программно-аппаратной базы и высокой квалификации в области работы с оборудованием, с каждым годом становятся всё доступней. Однако, кажущаяся на первый взгляд доступность указанных решений ни коем образом не отменяет необходимости получения структурированных знаний по данной тематике. Увеличение предоставляемых возможностей лишь подтверждает необходимость предоставления условий для практических занятий студентов в соответствии с текущими возможностями программно-аппаратных средств. Применение учебных макетов позволяет не только улучшить усвоение материала студентами, но так же достичь большего уровня понимания протекающих процессов и повысить уровень заинтересованности обучающихся. В настоящее время существует определенный дефицит на рынке программно-технических решений в области доступного обучения студентов основам теории автоматического управления и сопутствующих дисциплин. Исходя из этого коллективом кафедры электротехники и электропривода МГСУ было принято решение о целесообразности разработки специализированного учебного макета. Наглядность процессов, ими-

тируемых в макете РМЦ, даст студентам возможность практического закрепления полученных в рамках теоретической подготовки навыков по разработке и оптимизации систем автоматического управления.

**Особенности применения макета ремонтно-механического цеха в учебном процессе.** В настоящий момент существует достаточно большое количество макетов, использующихся при обучении. Недостатком большинства из них можно назвать узкую специализацию программного обеспечения, используемого производителем оборудования, установленного на учебном стенде, а также ограниченную и порой достаточно жёстко, номенклатуру совместимого оборудования. Это обстоятельство значительно сужает круг задач, которые могут быть решены с использованием стенда. Разрабатываемая модель должна занять срединное положение между обобщенными учебными макетами и узкоспециализированными стендами, что позволит получить достаточный ассортимент функциональных возможностей, как в изначальном варианте, так и при дальнейшей модификации макета.

Для определения актуальности решаемой задачи по разработке специализированного стенда рассмотрим некоторые особенности характерные для традиционных решений в данной области. Конструкция традиционных учебных макетов зачастую не в полной мере отражает физический

образ объекта управления. По большей части это обусловлено широким диапазоном задач, которые могут быть рассмотрены с использованием стенда [1]. Однако указанный подход имеет значительный недостаток. При отработке в процессе учебной деятельности задач с высокой степенью абстракции, за счёт увеличения теоретической составляющей в процессе проведения лабораторно-практических работ теряется наглядная взаимосвязь протекания изучаемых процессов. В некоторых случаях в восприятии студента может формироваться связь между принимаемыми решениями и изменением условных параметрических кривых или числовых значений параметров, вместо отображения непосредственного физического результата воздействия на объект или систему, что не слишком благоприятно сказывается на восприятии учебного материала обучающимися.

Наиболее остро встаёт этот вопрос в тот момент, когда заходит речь об управлении освещением [2], в том числе

интеллектуальным [3]. А так же при разработке энергоэффективных решений по отоплению и освещению помещений [4], в частности в учебных заведениях. Применение предлагаемого макета имеет следующие преимущества:

1. Достаточно высокая степень соответствия физических и геометрических параметров модели реальному объекту управления, в том числе технологическим процессам характерным для ремонтно-механического цеха.

2. Возможность конфигурирования и модификации как аппаратно-конструктивной части макета, так и внесение в программный код принципиальных изменений, позволяющих получить ещё более высокую степень достоверности при постановке и решении задач оптимизации.

3. При отсутствии необходимости создания модели высокой точности, работа с макетом может происходить в его базовой конфигурации.

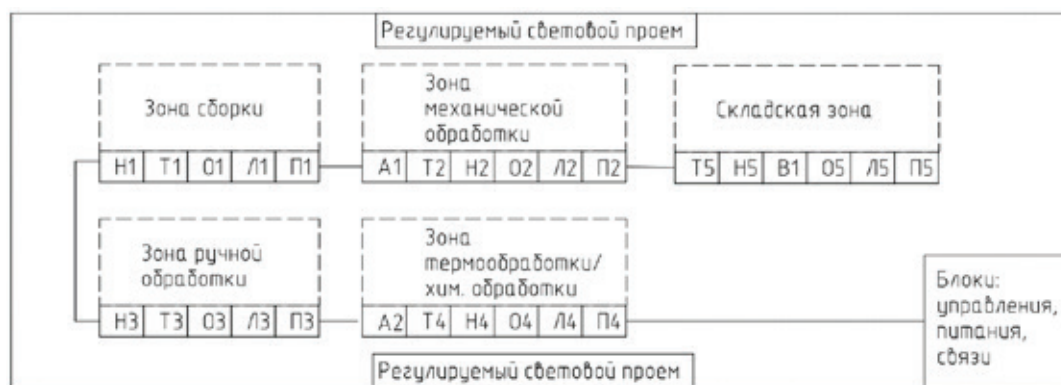


Рис. 1. Концептуальная схема учебного макета РМЦ на базе технологии «умный дом», где: Т – датчики температуры; О – Датчики освещения; Л – Источники света; П – датчики присутствия; Н – устройства регулирования температуры (нагревающие элементы); А – системы вентиляции; В – датчики влажности

Отдельно стоит определить достоинства макета вытекающие из особенностей реализации программной части проекта. Как уже говорилось выше, возможно решение широкого спектра задач. К примеру, с помощью макета возможна не только отработка и непосредственное создание алгоритма управления в целом, но и углубленное изучение отдельных вопросов автоматизации. В качестве примера можно привести наглядное изучение законов и принципов теории автоматического управления. По причине достаточно высокой степени формализации знаний этого предмета, учащимся порой достаточно сложно воспринимать материал. При наличии наглядного пособия, демонстрирующего протекающие в системе процессы, можно обоснованно предположить, что степень заинтересованности студентов возрастёт, а кроме того понимание сути происходящих и рассчитываемых процессов улучшится, что позволит им в будущем с большим успехом применять полученные ими знания. Также важным звеном в системах автоматического управления являются протоколы связи между устройствами, обеспечивающие адекватную работу системы. программного обеспечения, используемое

в проекте позволяет изучить значительную часть из используемых в настоящее время протоколов передачи данных весьма детальным образом.

**Применение макета для организации научно-исследовательской работы в учебных заведениях.** Возможности по модификации предлагаемого макета позволяют при необходимости перейти от непосредственно учебной деятельности к проведению научно-исследовательской работы. Усиление акцентов на определенных компонентах системы и дооснащение программно-аппаратной части необходимыми модулями позволят проводить исследование режимов работы инженерных систем в условиях имитации прохождения технических процессов характерных для РМЦ. В качестве демонстрации рассмотрим один из возможных путей модификации базовой схемы макета для проведения исследований в области имитации естественного освещения [5,6]. При дооснащении системы светодиодного освещения макета до функциональных возможностей предусмотренных концепцией системы освещения помещений с автоматическим управлением на базе светодиодов [7] возможно исследование



параметров спектральной характеристики и мощности излучения в различных зонах РМЦ при различных условиях внешней среды и режимах работы оборудования (рисунок 2). При этом для оптимизации технико-экономических

параметров системы возможно удаление модулей, не участвующих в исследовании, так, например, в рассматриваемом случае, целесообразно убрать модули контроля влажности и управления вентиляцией.

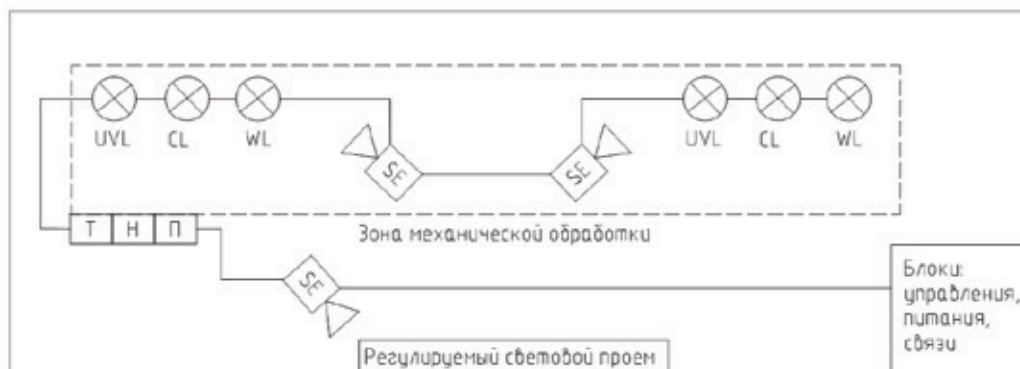


Рис. 2. Схема модификации макета на примере исследования освещения в одной зоне, где: Т — датчики температуры; П — датчики присутствия; Н — устройства регулирования температуры (нагревающие элементы); UVL — ультрафиолетовые излучатели; CL — цветные излучатели; WL — белые излучатели; SE — спектрометр и люксметр

**Заключение.** Предполагаемая концепция учебного макета позволит внести существенный вклад в развитие профессиональной подготовки специалистов в области автоматизации технологических процессов и производств. Модульная структура и возможность последующей модификации открывают как возможности для проведения ла-

бораторно-практических занятий, так и для организации научно-исследовательской деятельности на кафедрах учебных заведений. Исходя из вышесказанного автором сделан вывод о целесообразности проведения дальнейших исследований в указанной области.

#### Литература:

1. Ким, В. Л. Автоматизированный комплекс для проведения лабораторных работ по электротехнике и электронике/ В. Л. Ким, Д. С. Чебуренко, Н. В. Нохрина // Вестник науки Сибири. 2011. № 1 (1). С.354–357.
2. Дзюндзюк, Б. В. Освещенность: лабораторный практикум/ Б. В. Дзюндзюк, Г. В. Копылов // SR. 2014. № 2. С.24–27.
3. Прокопьев, С. В. Применение светодиодных светильников с автоматическим управлением для организации совмещенного освещения в помещениях жилых и общественных зданий [Текст]/ С. В. Прокопьев, Р. С. Ульянов, И. А. Шиколенко // Молодой ученый. — 2013. — № 7. — с. 69–71.
4. Беккер, Ю. Л. Перспективы применения систем управления микроклиматом и искусственным освещением в замкнутых изолированных помещениях. / Ю. Л. Беккер, Р. С. Ульянов // Научно-технический вестник Поволжья. — 2014. — № 5. — с. 312–314.
5. Беккер, Ю. Л. Выявление ключевых аспектов системы совмещенного освещения с позиции соответствия концепции квази-естественного освещения. / Ю. Л. Беккер, В. А. Завьялов, Р. С. Ульянов, И. А. Шиколенко // Естественные и технические науки. — 2015. — № 5. — с. 149–151.
6. Беккер, Ю. Л. Управление спектральной характеристикой излучения в системах искусственного освещения помещений с постоянным пребыванием людей в условиях отсутствия естественного освещения. / Ю. Л. Беккер, В. А. Завьялов, Р. С. Ульянов, И. А. Шиколенко // Научное обозрение. — 2015. — № 10. — с. 101–105.
7. Ульянов, Р. С. Концепция системы освещения помещений с автоматическим управлением на базе светодиодов. / Р. С. Ульянов, В. А. Завьялов // Молодой ученый. — 2013. — № 3. — с. 108–111

## 6. МЕТАЛЛУРГИЯ

### Применение высокотемпературной сверхпроводимости в металлургической промышленности

Захарова Евгения Игоревна, магистрант;

Суюндиков Мерхат Мадениевич, кандидат технических наук, профессор

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова (Казахстан)

Открытая в 1986 году высокотемпературная сверхпроводимость нашла практическое применение в различных отраслях промышленности, в частности в энергоемкой металлургии.

Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП) позволяет радикально снизить потери электроэнергии в энергетически мощных объектах металлургии, уменьшить в разы их размеры, повысить надежность и продлить срок эксплуатации электрооборудования за счет снижения старения изоляции, повысить культуру труда и экологию производства.

Рассмотрим некоторые объекты отрасли, которые доведены до промышленного использования.

Специалистами Trithor была разработана технология волочения труб из цветных металлов (медь, алюминий, бронза) при помощи линейного ВТСП электродвигателя (LIMODRAW) [1,2], имеющая целый ряд преимуществ перед традиционными для металлургии решениями.

В процессе волочения при протягивании через специальные шаблоны уменьшают диаметр труб до необходимого размера (рисунок 1). При механическом волочении не исключаются повреждения и разломы труб. Отсюда интерес к бесконтактному волочению с использованием электромагнитных сил. Этот революционный подход Trithor разрабатывает для Bültmann GmbH, производителя оборудования для промышленности. Технология основана на электромагнитных силах, генерируемых магнитами. В разрабатываемом устройстве LIMODRAW магниты

генерируют электромагнитную волну, действующую на трубы как механические силы, приводя к бесконтактному движению трубы. ВТСП магниты могут генерировать достаточно высокие поля, улучшая характеристики системы.

Технология LIMODRAW позволяет увеличить скорости деформации, так как силы могут быть приложены как в тянущем, так и в толкающем направлении (вариант «тяни-толкай»). За счет больших линейных скоростей значительно возрастет производительность (по оценкам до 300%) процесса.

Привод осуществляется безо всякого механического контакта, что снижает риск возникновения брака и сокращает механические нагрузки на сварные швы (для шовных труб).

Принцип работы LIMODRAW (рисунок 2) заключается в возбуждении в протягиваемой трубе токов при помощи ВТСП обмоток переменного тока. Так как труба находится во внешнем магнитном поле, то на нее действует сила, которая тянет ее в заданном направлении. Испытания опытного образца установки начались в 2006 г на заводе по производству ВТСП проводника компании Trithor. ВТСП магнитная система работает на переменном токе частотой 25 Гц и намотана из ВТСП ленты на основе Bi-2223 производства Trithor. Так как потери на переменном токе в ВТСП обмотках линейного электродвигателя достигают 700 Вт, то для их охлаждения используется высокопроизводительная криогенная система производства Stirling Cryogenics.

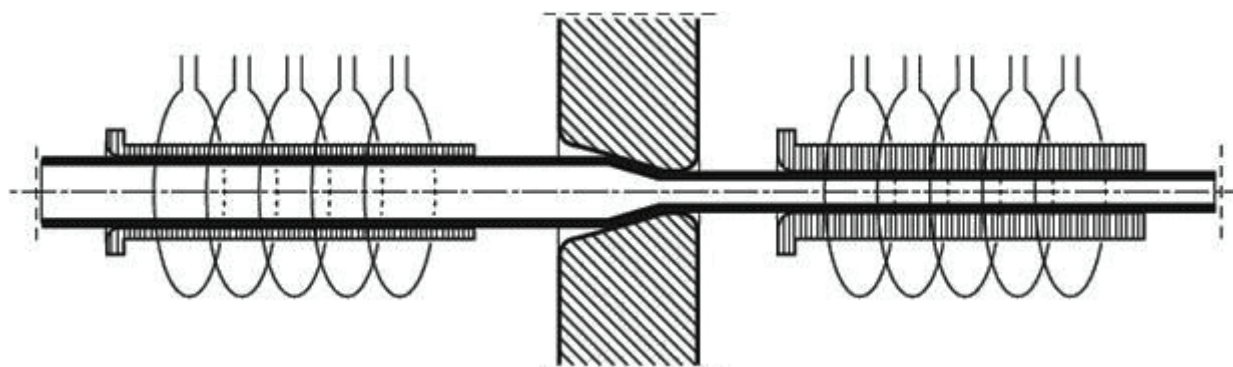


Рис. 1. Схема устройства для вытягивания металлических труб с использованием ВТСП магнитов



Рис. 2. Установка LIMODRAW в работе

Хотя параметры установки довольно скромны для полноценного промышленного образца: максимальное усилие 6000 Н при скорости волочения 2–3 м/с, она успешно используется для волочения медных и алюминиевых труб (толщина стенки 2 мм) с диаметра 40 мм до диаметра 38,5 мм.

Электромагнитное перемешивание расплавленного металла начало широко использоваться в металлургии с 70-х годов прошлого века. На сегодняшний день существует целый ряд систем для магнитного перемешивания

в электродуговых печах (рисунок 3) и в процессе отливки слитков (например, системы ABB SEMS и MEMS). За счет электромагнитного перемешивания удастся существенно снизить температурные градиенты в электродуговых печах, что улучшает качество выплавляемого металла, сокращает длительность технологических процессов и приводит к экономии электроэнергии. Электромагнитное перемешивание при отливке слитков позволяет добиться хорошей однородности свойств по всему объему слитка и сократить число дефектов.

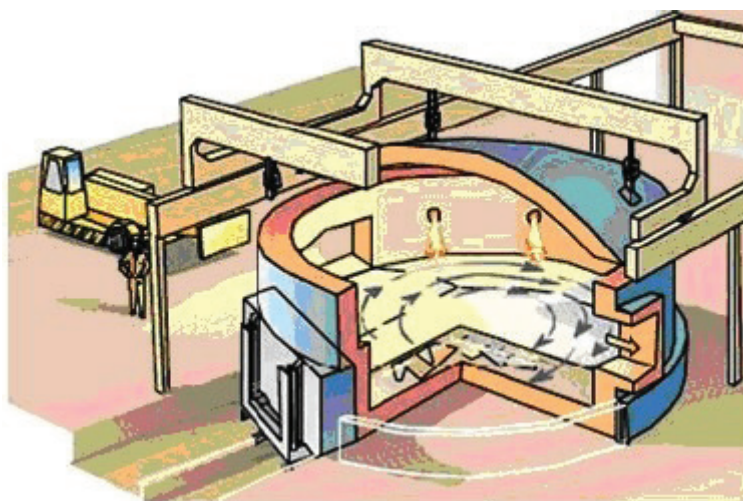


Рис. 3. Индуктор ABB AL-EMS на печи для выплавки алюминия

Конструктивно системы для электромагнитного перемешивания представляют собой один или несколько индукторов с медными или алюминиевыми обмотками, создающими переменные магнитные поля, вызывающие завихрения расплавленного металла. Существуют

также системы с постоянным магнитным полем, тормозящие поток расплавленного металла, втекающего в кристаллизатор, для того чтобы сделать его течение турбулентным и вызвать перемешивание. Однако индукторы с медными обмотками способны создавать лишь сравни-

тельно слабые магнитные поля. Омические потери в подобных индукторах также велики, значительная часть потребляемой мощности попусту тратится на нагрев самих обмоток. Использование в системах для электромагнит-

ного перемешивания сверхпроводящих индукторов позволит не только существенно поднять величину магнитного поля, но и повысить КПД устройства.



Рис. 4. Схема обмоток и распределение магнитного поля сверхпроводящего индуктора

Исследовательская группа из университета Тохоку и лаборатории CRIEPI (Япония) [3,4] разработала и испытала небольшую модель индуктора для электромагнитного перемешивания расплавленного металла. Индуктор состоит из шести сверхпроводящих обмоток, включенных в трехфазную сеть таким образом, чтобы создать вращающееся магнитное поле (рисунок 4). Обмотки индуктора намотаны из сверхпроводящего провода на основе ниобий-титана

и размещены в криостате с жидким гелием. В теплом отверстии криостата размещается тигель с жидким галлием, позволяющий отработать различные режимы перемешивания в комнатных условиях (температура плавления галлия  $30^{\circ}\text{C}$ ).

Сверхпроводящий индуктор позволил поднять величину магнитной индукции в 10 раз по сравнению с аналогичным медным индуктором, скорость течения металла в тигле возросла при этом в 3 раза.

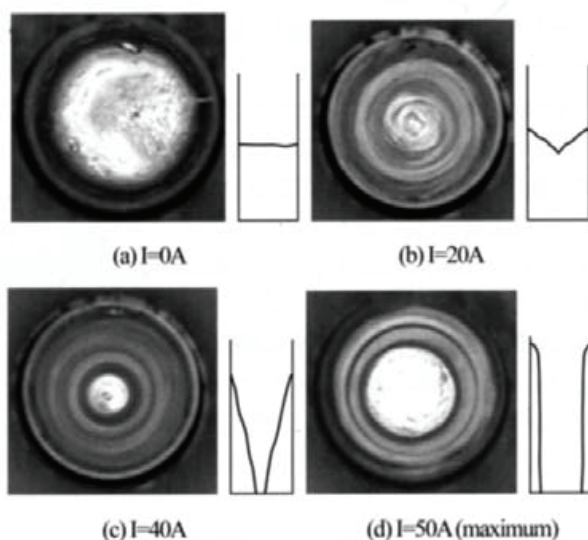


Рис. 5. Поверхность расплава при различных рабочих токах индуктора.

Удалось добиться растекания всего металла тонким слоем по стенкам тигля (рисунок 5), что недостижимо для индукторов с медной обмоткой. На основании полученного опыта исследовательская группа приступила к проектированию полупромышленной установки для электромагнитного перемешивания расплавленного металла (рисунок 6).

В последнее время возник класс принципиально новых сверхпроводящих устройств — ВТСП индукционные нагреватели. Их использование в алюминиевом произ-

водстве принесет значительные выгоды связанные как с энергосбережением, так и с ускорением технологического цикла. Разработкой сверхпроводящих индукционных нагревателей в Европе занимается компания Zenergy Power, а также консорциум во главе с SINTEF.

ВТСП индукционный нагреватель компании Zenergy Power (компания Zenergy Power с 2012 года называется Deutsche Nanoschicht) [5], предназначенный для разогрева алюминиевых слитков перед прокаткой, разра-



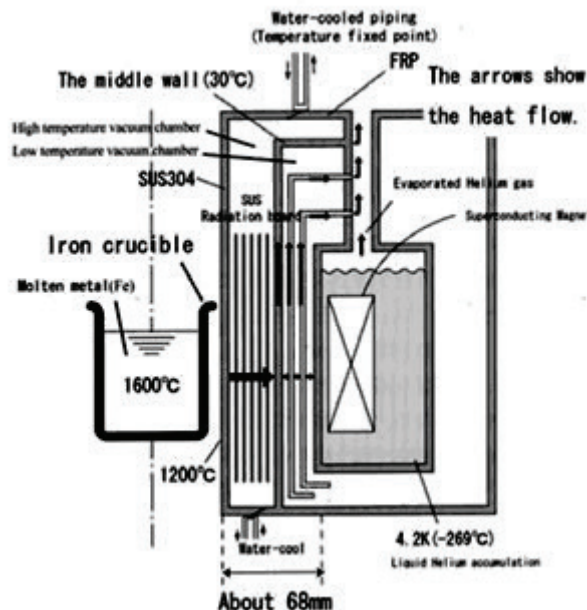


Рис. 6. Схема полупромышленной установки для электромагнитного перемешивания металла

ботан и изготовлен в компании Trithor (рисунок 7). При потребляемой мощности в 0,65 МВт ВТСП нагреватель способен заменить обычный индукционный нагреватель с энергопотреблением около 1 МВт. Конструктивно индукционный нагреватель представляет собой ВТСП ка-

тушку, в магнитном поле которой вращается нагреваемый слиток. Магнитное поле приложено перпендикулярно оси вращения слитка. ВТСП катушки нагревателя намотаны из ВТСП провода на основе Bi-2223 производства Trithor. Рабочая температура обмоток составляет около 20 К.



Рис. 7. ВТСП индукционный нагреватель Zenergy Power

Преимущество данного подхода заключается в очень высоком КПД, достигающем 90%, тогда как КПД обычных индукционных нагревателей составляет для старых моделей 35–45% и 55–60% для новейших образцов. Ожидаемая экономия электроэнергии составит до 43%. ВТСП нагреватель заменит собой обычный индукционный нагреватель с медной обмоткой водяного охлаждения. Zenergy утверждает, что при полной загрузке ВТСП индукционный нагреватель за счет экономии электроэнергии и сокращения расходов на техническое обслуживание способен окупить себя за 5 лет. Также было заявлено, что стоимость ВТСП нагревателей будет сопоставима с традиционными системами [6]. Сравнение ВТСП индукционных нагревателей и традиционных индукционных нагревателей при производстве алюминия проведено в таблице 1.

Работы по созданию сверхпроводящих индукционных нагревателей для алюминиевой промышленности ведутся

также в рамках проекта ALUHEAT, возглавляемого норвежской частной некоммерческой организацией SINTEF Energy Research. Она планирует разработать, изготовить и испытать на заводе опытный образец сверхпроводящего индукционного нагревателя мощностью 200 кВт (эквивалентного обычным индукционным нагревателям мощностью 300–350 кВт) [7,8]. Индукционный нагреватель ALUHEAT основан на том же принципе что и разработка Zenergy Power: алюминиевый слиток вращается со скоростью 3000 об/мин в магнитном поле перпендикулярном его оси вращения. Магнитное поле в зоне нагрева составляет 0,4–0,5 Тл. Температура нагрева слитка достигает 450–500 С, что потребовало решить целый ряд проблем технологического плана: от обеспечения вращения размягченного слитка до его последующего торможения и вынимания из нагревателя. Габариты нагреваемого слитка 0,215 × 0,6 м. В отличие от устройства Zenergy,



Таблица 1

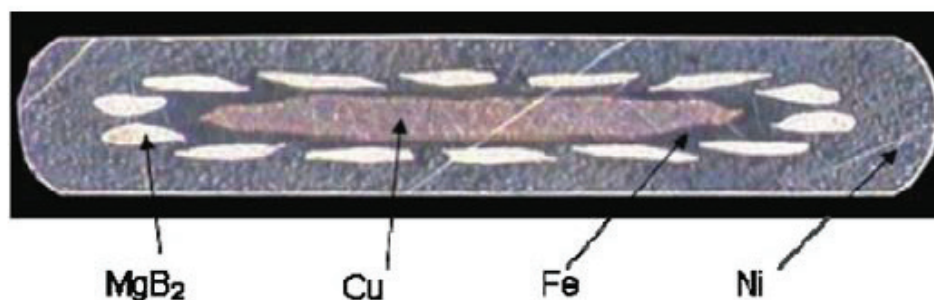
Сравнение ВТСП и традиционных индукционных нагревателей для генерации 1 МВт тепла при производстве алюминия

Параметр	ВТСП индукционный нагреватель	Традиционный индукционный нагреватель
Стоимость 1 МВт нагревателя	1500000 евро	1500000 евро
Эффективность	более 90%	Около 55%
Эксплуатационные расходы*	15000 евро	50000 евро
Температурная однородность	менее 5°C	10°C
Площадь для размещения	20 м <sup>2</sup>	200 м <sup>2</sup>
Внешнее охлаждение	Только криокулер 0,008 МВт	Охлаждение водой 1 МВт
* 1 МВт, 7500 рабочих часов в год при стоимости электричества 0,04 евро/кВт · час		

магнитное поле создается двумя обмотками из провода на основе  $MgB_2$  производства компании Columbus Superconductors (Италия), что позволит значительно удешевить конструкцию. Бюджет проекта составляет 2,8 млн. EUR, из них 1,8 млн. выделяется Евросоюзом.

В Норвегии [9] разработкой сверхпроводниковых индукционных нагревателей занимается компания SINTEF Energy Research совместно с исследователями из университета Трондхейма и университета Тампере (Финляндия).

В отличие от Zenenergy, норвежские разработчики делают ставку не на ВТСП провода на основе  $Bi-2223$ , а на более дешевый  $MgB_2$ . Учитывая, что рабочая температура ВТСП обмоток индукционных нагревателей Zenenergy составляет 20 К, а норвежцы предполагают работать при температуре 8 К, выбор проводника на основе  $MgB_2$  представляется экономически оправданным (по крайней мере, на период до начала массового использования ВТСП 2-го поколения).

Рис. 8. Проводник на основе  $MgB_2$ 

Хотя SINTEF пока еще не испытала свой индукционный нагреватель на металлургическом производстве, его облик вырисовывается все более отчетливо. Для индукционного нагревателя будет использован четырнадцатизильный  $MgB_2$  проводник прямоугольного сечения ( $0,65 \times 3,6 \text{ мм}^2$ ) в железоникелевой матрице производства итальянской компании Columbus Superconductors, коммерчески доступный в виде кусков длиной 1650 м (рисунок 8).

Индукционный нагреватель SINTEF имеет мощность 200 кВт и состоит из двух сверхпроводящих катушек внутренним диаметром 1100 мм, толщиной обмотки 70 мм и высотой 150 мм (рисунок 9). Индуктивность сверхпроводящей катушки составляет 10 Гн, а расход сверхпроводника для ее изготовления 8 км. Нагреваемая заготовка имеет диаметр 210 мм и длину 600 мм. Величина магнитной индукции в центре нагреваемой заготовки составляет 0,5 Тл, максимальное поле на обмотке 1,8 Тл.

Каждая из сверхпроводящих катушек представляет собой стопку из 16 двойных галет, спаянных последова-

тельно друг с другом. Длина спая составляет 100 мм, а его сопротивление при 30 К достигает 50 нОм. Стоит отметить, что для изготовления индукционного нагревателя в SINTEF было разработано и изготовлено все необходимое намоточное и изоляционное оборудование (Columbus Superconductors поставляет сверхпроводник без изоляции).

Готовые сверхпроводящие катушки размещаются в индивидуальных криостатах, каждый из которых охлаждается криогенной системой RDK408S производства SHI Cryogenics до температуры 8 К (рисунок 10).

Съем тепла со сверхпроводящих обмоток осуществляется при помощи медных тепловых мостов, соединяющих их с криогенными системами. Время охлаждения магнитной системы с комнатной температуры до 8 К составило около 60 часов. В ходе предварительных испытаний сверхпроводящие катушки показали свою работоспособность при рабочем токе в 185 А.

Основываясь на приведенном материале можно сделать следующие выводы:

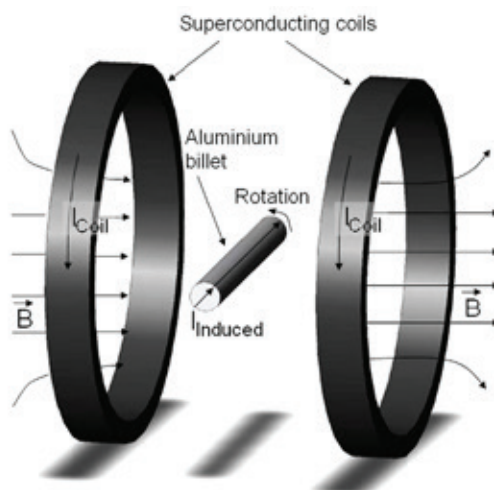


Рис. 9. Схема индукционного нагревателя SINTEF

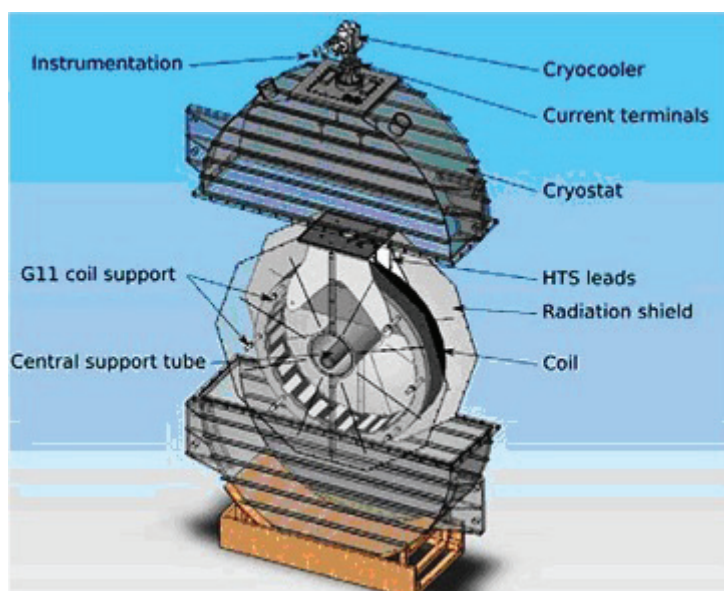


Рис. 10. Одна из сверхпроводящих катушек индукционного нагревателя в криостате

— открытие высокотемпературной сверхпроводимости (1986 г.) впервые с момента открытия явления сверхпроводимости (1911 г.) создало серьезные перспективы для широкомасштабного использования высокотемпературной сверхпроводимости в технике;

— в различных мировых научных центрах (Европа, Япония) активно ведутся исследования по использованию высокотемпературной сверхпроводимости в металлургической промышленности;

— высокотемпературная сверхпроводимость имеет наиболее существенные преимущества в мощных, значи-

тельно токонагруженных объектах электрометаллургии, где потери активной энергии находятся на уровне десятков мегаватт;

— предстоит более широкое внедрение высокотемпературной сверхпроводимости в объекты металлургии (принимая во внимание долю ВТСП-объектов электроэнергетики, доведенных до промышленной реализации: трансформаторы, генераторы, линии электропередачи, индуктивные накопители энергии, токоограничители и т.д.).

#### Литература:

1. J. Kellers et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., 17, 2121 (2007).
2. Сверхпроводники для электроэнергетики. Информационный бюллетень. — 2007. — Том 4, выпуск 6. — с. 7.
3. H. Kasahara et al., J. Cryog. Soc. Jap., 42, 395 (2007).
4. Сверхпроводники для электроэнергетики. Информационный бюллетень. — 2008. — Том 4, выпуск 3. — с. 2–3.

5. Сверхпроводники для электроэнергетики. Информационный бюллетень. — 2013. — Том 10, выпуск 2. — с. 4.
6. Superconductor Week, 19, no. 12 (2005).
7. N. Magnusson, M. Runde, J. Phys.: Conf. Ser., 43, 1019 (2006).
8. Сверхпроводники для электроэнергетики. Информационный бюллетень. — 2007. — Том 4, выпуск 6. — с. 8.
9. Сверхпроводники для электроэнергетики. Информационный бюллетень. — 2011. — Том 8, выпуск 1. — с. 7–8.

## Исследования минералогического состава марганцевой руды, используемого при агломерации

Туребеков Султанбек, магистрант;  
Абсолямова Динара Ризахметовна, старший преподаватель;  
Жунусов Аблай Каиртасович, кандидат технических наук, доцент;  
Жунусова Айгуль Каиргельдиновна, преподаватель  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова (Казахстан)

Металлургические свойства марганцевых руд различных месторождений Казахстана существенно отличаются и зависят от количества в них марганца, параметров их структуры и химического состава, соотношения в руде количеств оксидов марганца и железа, степени их окисленности. Вмещающая порода представлена рядом компонентов, от состава и количества которых также существенно зависят свойства руды. Комплексный подход к анализу свойств руды позволяет оценить в полной мере ее металлургические свойства, что важно при освоении новых месторождений и использовании комбинации различных руд при составлении шихты для выплавки марганцевых ферросплавов.

Тенденция ухудшение качества марганцевой руды ставит вопрос об обеспечении марганцевым сырьем ферросплавных заводов Казахстана. Марганцевые руды Казахстана, также как и России являются непригодными для выплавки ферромарганца из-за высокой концентрации оксидов железа: в карбонатных рудах России велико содержание фосфора; пустая порода содержит в основном кремнезем [1, 2]. В общем запасе марганецсодержащих

руд доля железомарганцевых руд Казахстана составляет около 70%. Остальные 30%, представлены окисленными и труднообогатимыми первичными рудами. Поэтому с целью априорной оценки технологических свойств имеющихся марганцевых руд, необходимо уделять пристальное внимание детальному минералогическому изучению комплексом минерально-аналитических методов, так как знание минералогического состава руд положительно повлияет на ход агломерационного процесса и в электротермии марганцевых сплавов.

В представленной работе приведены результаты минералого-петрографических исследований марганцевой руды месторождения «Восточный Камыс».

Петрографический анализ марганцевой руды месторождения «Восточный Камыс» проведен с использованием микроскопа «Neophot-21». Для микроскопических исследований были изготовлены полированные шлифы для анализа в отраженном свете. На рисунке 1 представлена микроструктура марганцевой руды месторождения «Восточный Камыс».

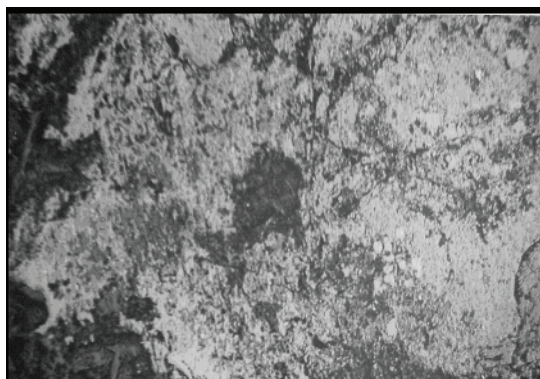


Рис. 1. Микроструктура марганцевой руды, с увеличением  $\times 150$

Из рисунка 1 видно, что текстура неоднородная, структура скрытокристаллическая, трещиновато-пористая. Рудные минералы по убыванию представлены в основном

псиломеланом —  $\text{MnO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (цвет в шлифе — темно-серый), пиролюзитом —  $\text{MnO}_2$  (цвет в шлифе — светлый, почти белый), браунитом —  $3(\text{Mn}, \text{Fe})_2\text{O}_3 \cdot$

$\text{MnSiO}_2$  (цвет в шлифе — серый), гаусманитом —  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  (цвет в шлифе — светло-серый) и гематитом —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (цвет в шлифе — белый).

Псиломелан представлен в основном скрытокристаллическими формами в тесном срастании с криптокристаллическими образованиями пиролюзита. Псиломелан также заполняет секущие прожилки, кроме того, образует небольшие скопления в виде гнезд.

Пиролюзит представлен в виде дендритов, а также скрытокристаллических слабо раскристаллизованных агрегатов. Браунит встречается крайне редко в виде мелких ксеноморфных зерен возможно с мермикитоподобными вростками гаусманита. Зерна магнетита ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , цвет в шлифе — светло-серый) и гематита единичны и, как правило, имеют ксеноморфную форму. Тефроит —  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$  (цвет в шлифе — темно-серый).

Нерудная масса представлена опаловидным кварцем ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) и глинистым материалом.

На рисунке 2 представлена микроструктура мелкой фракции (10–0 мм) марганцевой руды месторождения «Восточный Камыс». Из рисунка 2 наблюдается, что текстура мелочи неоднородная, трещиноватая. Также наблюдаются колломорфные концентрические образования манганозита —  $\text{MnO}$  (цвет в шлифе — белый) вокруг ядра землистой массы. Браунит —  $3(\text{Mn}, \text{Fe})_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_2$  (цвет в шлифе — серый) наблюдается в колломорфной скрытокристаллической форме в смеси с гаусманитом —  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  (цвет в шлифе — светло-серый) и вернадитом —  $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (цвет в шлифе — серый).

Псиломелан —  $\text{MnO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (цвет в шлифе — темно-серый) заполняет трещинки в рудной массе. Также и в кусковой руде имеются прожилки тефроита —  $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$  (цвет в шлифе — темно-серый). Нерудная масса представлена скрытокристаллическим тонкодисперсным кварцем —  $\text{SiO}_2$  (цвет в шлифе — темно-серый) и заполняет промежутки между рудными частицами.

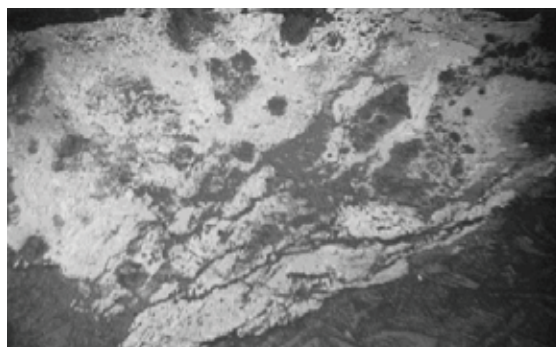


Рис. 2. Микроструктура мелочи (10–0 мм) марганцевой руды, с увеличением  $\times 150$

Приведенные данные дают общую картину минералогического состава марганцевой руды месторождения «Восточный Камыс». Многочисленные исследования, проведенные авторами работ [3] по изучению марганцевых руд месторождения «Восточный Камыс» подтверждают, что

данные руды относятся к категории легкоплавких. В представленных пробах марганцевой руды, как в кусковом, так и в мелочи содержится достаточно в большом количестве легкоплавкий тефроит.

#### Литература:

1. Байсанов, С. О., Толымбеков М. Ж., Святлов Б. А. Состояние марганцевого производства в Казахстане // Состояние марганцеворудной базы России и вопросы обеспечения промышленности марганцем: Сб. науч. тр. — Красноярск, 2001. — С.32–34.
2. Гасик, М. И., Лякишев Н. П. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов. — М.: СП «Интермет Инжиниринг», 1999. — 764 с.
3. Святлов, Б. А., Толымбеков М. Ж., Байсанов С. О. Становление и развитие марганцевой отрасли Казахстана. — Алматы.: Искандер, 2002. — 416 с.



## 7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

### Ультразвуковая обработка как перспективный метод повышения износостойкости металлорежущего инструмента

Водин Дмитрий Владимирович, магистрант

Научный руководитель: Соколов Михаил Владимирович, доктор технических наук, профессор

Тамбовский государственный технический университет

*Рассмотрена ультразвуковая обработка как один из основных методов повышения износостойкости металлорежущего инструмента, способствующая увеличению сроков его службы.*

**Ключевые слова:** ультразвуковая обработка, ультразвук, ультразвуковая колебательная система.

В настоящее время в машиностроении применяется ультразвуковая обработка как один из перспективных методов повышения износостойкости металлорежущего инструмента. Основой ультразвуковой обработки является применение упругих волн с частотой колебаний от 20 кГц до 1 ГГц и они неуловимы на слух. В настоящее время ультразвуковая обработка может конкурировать с другими методами обработки и при этом оказывает влияние на повышение производительности и снижение износа металлорежущего инструмента [1].

Ультразвуковая обработка применяется с помощью ультразвука с возможностью получения направленного излучения высокой интенсивности.

Ультразвуковая обработка, имеет ряд параметров, которые способствуют ухудшению состояния окружающей среды и воздуха активной зоны технологического оборудования [2]. Данные загрязнения влияют на технический уровень оборудования и качество технологического процесса. Все эти факторы влияют на эффективность продукции машиностроительных предприятий.

Основными преимуществами ультразвуковой обработки являются:

- применение высокопроизводительной обработки различных материалов;
- повышение износостойкости и прочности металлорежущего инструмента;
- высокие показатели упрочнения металлорежущего инструмента;
- высокая точность обработки;
- высокий уровень производительности.

К основным недостаткам ультразвуковой обработки относятся:

- сокращение производительности рабочих;
- малая глубина обработки;
- ухудшению состояния окружающей среды и воздуха активной зоны;
- негативное влияние на человеческий организм.

Ультразвуковая обработка основана на применении ультразвуковой колебательной установки, в состав которой входят:

- источник энергии;
- преобразователь;
- трансформатор (концентратор);
- опоры и корпус;
- рабочий инструмент, который создает ультразвуковое поле в обрабатываемом объекте или непосредственно воздействует на него.

Главный показатель ультразвуковой колебательной системы — это резонансная частота [3]. Применение технологических процессов с использованием колебательной установки основано на получении наибольших значений амплитуд ультразвуковых волн, возникающих на резонансных частотах. Номиналы резонансных частот колебательных систем должны быть в пределах разрешенных диапазонов (18, 22 и 44 кГц).

Совершенствование технологии ультразвуковой обработки и создание малогабаритных, высокоэффективных и многофункциональных станков и колебательных установок, относятся к основным требованиям современного машиностроительного производства. Разработки более совершенных ультразвуковых колебательных установок с использованием новых схем преобразователей, концентраторов, рабочих инструментов, материалов для их изготовления и высоким коэффициентом полезного действия направлены на увеличение эффективности ультразвуковой обработки [4].

Для эффективной ультразвуковой обработки необходимо усовершенствование технологии и методики её применения. Генератором ультразвуковых колебаний и колебательную систему необходимо рассматривать как единое целое, так как они тесно связаны.

Наибольшая эффективность работы ультразвукового оборудования осуществляется при тесном взаимодействии всех узлов и компонентов [5]. Необходимо учиты-



вать, что любое воздействие на колебательную систему способствует изменению её характеристик, которые оказывают влияние на параметры генератора. На работу генератора колебаний влияет изменение параметров колебательной системы. Факторы, оказывающие влияние на работу генератора делятся на четыре группы:

- влияние на работу генератора со стороны внешней среды, за счет изменения параметров колебательной системы;
- влияние на работу генератора со стороны концентратора за счет изменения его параметров;
- влияние рабочих инструментов на параметры колебательной системы;
- влияние на параметры электрического генератора за счет изменения режимов работы и технических характеристик отдельных элементов электронной схемы генератора.

В колебательной системе существуют соединения, которые обеспечивают связь между элементами. Соединения могут быть как неразъемными, так и разъемными. Колебательную систему выполняют в виде отдельного узла. Этот узел должен соответствовать следующим требованиям:

- работать в заданном диапазоне частот и обладать необходимой мощностью, которая обеспечивает необходимую интенсивность излучения или амплитуду колебаний;
- быть прочным и износостойким;
- должен соответствовать требованиям техники безопасности.

Качество работы любой колебательной системы зависит от величины внутренних и механических потерь. Потери в ультразвуковой колебательной системе зависят

от материала, из которого они сделаны, но это не является единственным фактором, определяющим потери.

Одними из главных являются особенности качества конструкции колебательной системы и отдельных ее элементов [6]. При интенсивном воздействии ультразвуковой установки у работников, работающих, рядом с ней наблюдаются отклонения в центральной нервной и периферической системе, а также сердечнососудистой и эндокринной системах.

Ультразвук нельзя услышать, но он, тем не менее, воздействует на барабанные перепонки, и может причинять острую боль. Ультразвук применяется в производственных процессах при металлообработке [7].

Работники, которые длительное время обслуживают ультразвуковое оборудование часто жалуются на головную боль, головокружение, общую слабость, сонливость, нарушение сна, раздражительность, ухудшение памяти, чувствительность к звукам, боязнь яркого света.

Для индивидуальной защиты от действия ультразвука применяют наушники, резиновые перчатки, звукоизолирующие материалы, кожухи, экраны, звукопоглощающие устройства.

Ультразвуковая обработка является эффективным и перспективным методом повышения износостойкости металлорежущего инструмента.

На кафедре «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» активно развивается следующее направление научной деятельности: получение и обработка композиционных материалов, выбор и создание новых интеллектуальных САПР-ТП, а также адаптация систем автоматизированного проектирования технологических процессов механической обработки и сборки.

#### Литература:

1. Пестрецов, С. И. Применение систем автоматизированного проектирования процессов резания при создании управляющих программ для станков с числовым программным управлением / С. И. Пестрецов, А. М. Муравьев, М. В. Соколов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2014. — Вып. 1 (50). — с. 146—152;
2. Алтунин, К. А. Концепция создания информационного обеспечения интеллектуальной системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения: монография / К. А. Алтунин, М. В. Соколов — Тамбов: Студия печати Павла Золотова, 2015. — 112 с.
3. <http://m.slovari.yandex.ru/article.Xml?book>;
4. [http://ohrana-bgd.narod.ru/jdtrans/jdtrans\\_070.html](http://ohrana-bgd.narod.ru/jdtrans/jdtrans_070.html);
5. <http://cyberleninka.ru/article/n/ultrazvukovoe-poverhnostnoe-plasticheskoe-deformirovanie>;
6. <http://www.dslib.net/avtomatizacia-upravlenia/avtomatizacija-upravlenija-jekologicheskimi-pokazateljami-tehnologicheskikh-processov.html>;

## Разработка технологии изготовления наральников рыхлящих лап культиваторов почвообрабатывающих машин с твердосплавным покрытием и термическим упрочнением

Тилабов Баходир Курбонович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник-соискатель  
Ташкентский государственный технический университет

Многие детали сельскохозяйственных и почвообрабатывающих машин и механизмов выходят из строя в результате поверхностного разрушения под воздействием твердых абразивных частиц, попадающих в зону трения [1]. Расходы на ремонт или восстановление в настоящее время по республике составляют десятки миллиардов сумов. В этих условиях экономически выгодным является любое удлинение срока работы деталей путем увеличения их прочности и износостойкости, т.к. ремонт и восстановление деталей не всегда обеспечивают необходимые качества изделий. Эти детали изготавливаются литьем без покрытия из стали или чугуна, а срок годности не превышает одного сезона, так как они во время работы быстро изнашиваются. Недостатками первого варианта являются недостаточная твердость и износостойкость, а второго — большой расход дефицитных твердых сплавов [2].

В соответствии с поставленной задачей целью данной работы является разработка технологии изготовления пенополистироловых моделей и получения литых деталей с твердосплавным покрытием и последующим термическим упрочнением, который повышает абразивную износостойкость. Объектом исследований были детали наральников рыхлящих лап культиваторов почвообрабатывающих машин [3], испытывающих интенсивный абразивный износ при скольжении по почве.

Ранее вышеуказанные детали изготавливались из среднеуглеродистых сталей 45, 50 или марганцовистых сталей 65Г, 70Г и считаются как импортными, так и привозными запасными частями для деталей машин и оборудования. Детали, изготавливаемые из марганцовистых сталей 65Г, 70Г, считаются качественными, но мы их не производим, а покупаем как импортный материал за валюту. Детали, изготавливаемые из среднеуглеродистых сталей 45, 50, считаются хорошими, если производимые нами стали соответствуют ГОСТу 1050–99. Данные детали работают в тяжелых и жестких агрессивных и почвенных условиях на абразивный износ. Поэтому многие детали машин и механизмов выходят из строя в результате абразивного износа. Это обстоятельство приводит к снижению производительности машин, увеличению расхода запасных частей и к неоправданно большим потерям материальных ресурсов и затратам на ремонтные и восстановительные работы, а также к излишним затратам трудовых ресурсов.

В настоящее время кафедрой «Материаловедение и технология материалов» механико-машиностроительного факультета Ташкентского государственного технического университета и предприятием ХК «Metall-

texqurilish» разработаны технологические процессы изготовления пеномодели и литых деталей машин и механизмов различного целевого назначения методом литья по газифицируемым моделям. Для обеспечения необходимой износостойкости деталей машин изготавливают из средне — и высокоуглеродистых сталей, а иногда из чугуна. Рабочие и формообразующие части этих деталей подвергают либо термообработке, либо наплавляют литыми твердыми сплавами. После термической обработки в этих деталях получаются низкая твердость и износостойкость, а для наплавки необходимо большой расход твердых сплавов.

Более рационально получать эти детали путем литья по пенополистироловым газифицируемым моделям с одновременным нанесением на рабочую поверхность износостойкого твердосплавного покрытия типа сормайт ПГ-С27. В данное время эти детали изготавливаются по новым инновационным технологиям путем литья по газифицируемым моделям с износостойким твердосплавным покрытием с толщиной слоя 2,0–3,0 мм и их последующей термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией [4,5].

По предлагаемым технологиям сначала изготавливается пеномодель изделия (рис.1, а). Готовые модели после сушки покрывали твердосплавным покрытием типа сормайт ПГ-С27 по основным изнашиваемым поверхностям (рис.1, б) и по всему изнашивающему поверхностному покрытию (рис.1, в) и подвергались тепловой сушке. После сушки производилось крепление пеномодели в литейную опоку контейнера. Затем опоку устанавливали в основной конвейер и заливали жидким металлом при температуре 1600–1650°C через литниковую систему при сифонном подводе металла. Расплавленный металл подавался непосредственно на пеномодель. Под действием этого расплава полистирол газифицируется и образующая полость заполняется металлом по составу, соответствующему стали марки 35ГЛ и получается отливка наральников с износостойким твердосплавным покрытием (рис.1, г). Заполнение формы жидким металлом является одним из основных этапов формирования отливки, определяющего многие показатели её качества [5]. Следует отметить, что заливку форм нужно производить особенно тщательно, аккуратно и равномерно при постоянном гидростатическом напоре.

В работе исследуется состав твердого сплава типа сормайт ПГ-С27 и температуры заливаемого металла. Выбор состава наносимого покрытия производился по двум критериям: 1-покрытие должно отвечать требованию 3–5 —

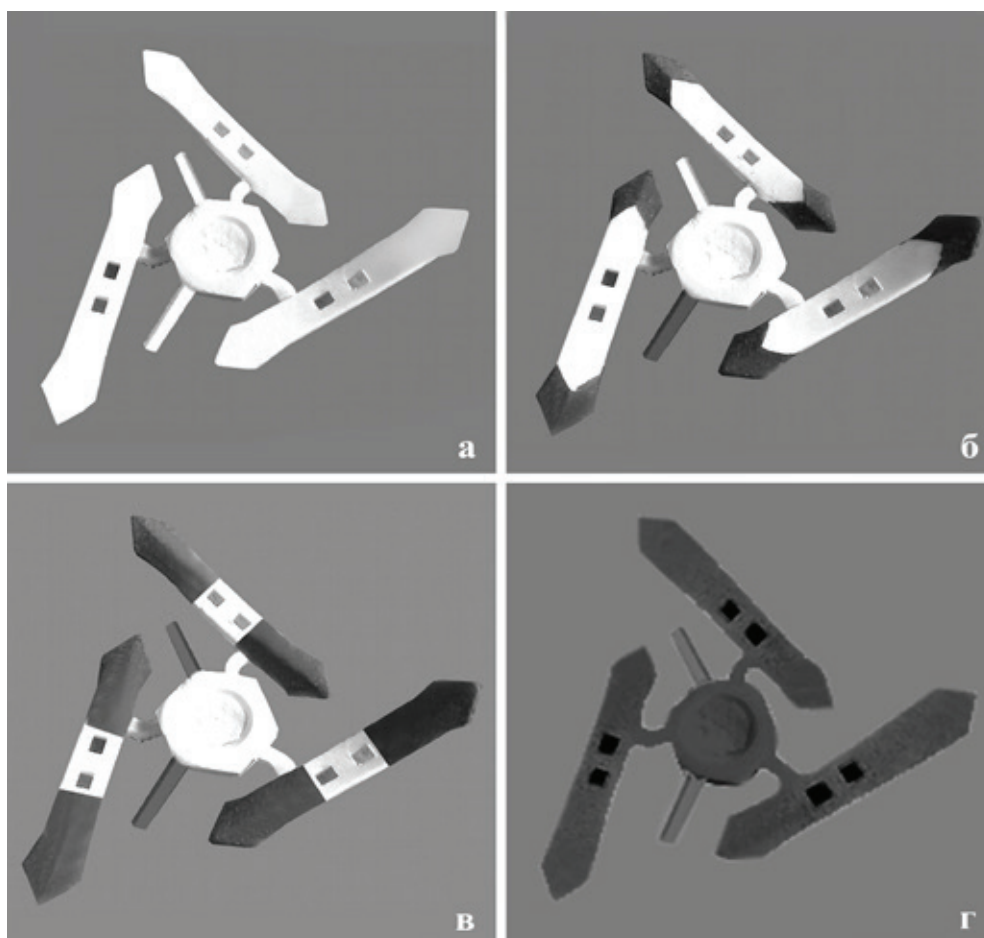


Рис. 1. Пеномодели и литая деталь наральников рыхлящих лап культиваторов с твердосплавным покрытием: а-пеномодель; б-пеномодель с покрытием по основным изнашиваемым поверхностям; в-пеномодель по всему изнашивающему поверхностному покрытию; г-литые стальные детали наральников с износостойким твердосплавным покрытием и термическим упрочнением

кратного увеличения износостойкости по сравнению с износостойкостью стальной основы; **2**-покрытие должно включать доступные и недорогие компоненты и отличаться простотой технологией его нанесения. Исходя из этого, в качестве покрытия на рабочей поверхности наральников выбрали твердые сплавы типа сормайт ПГ-С27. В качестве связки использовали раствор 4%-го поливинилбутирала в спирте. При контакте обмазки из порошка сормайта с жидким металлом происходит образование твердой корочки отливки. Затем обмазка расплавлялась и после кристаллизации на поверхности отливки образовалось износостойкое твердосплавное покрытие со структурой белого высоколегированного чугуна эвтектического и заэвтектического состава. Таким образом, на рабочей поверхности формировалась износостойкая покрытия, состоящая из высоколегированного слоя твердого сплава заэвтектического и эвтектического состава, переходящего по глубине в зоны заэвтектоидной и эвтектоидной стали и основного металла.

Исследованием установлено, что влияния температуры заливочного материала на толщину покрытия для получения износостойких твердосплавных покрытий толщиной от 2,0 до 3,0 мм необходимо перегревать расплав

основного металла до 1650°C и выше. Специально изготовленные образцы и детали подвергались макро — и микроструктурному и рентгеноструктурному фазовому анализам, а также проводились испытания на абразивный износ на машине трения ПВ-7 до и после термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией. Термическая обработка литых образцов и деталей проводилась в следующих режимах: первая закалка 900—1150°C, отпуск 200—250°C, промежуточный отпуск 600—650°C и вторая закалка 925°C, отпуск 300°C. Термическая обработка с двойной фазовой перекристаллизацией влияет не только на износостойкость поверхностных, но и подповерхностных слоев твердосплавных покрытий. Это важно для ряда деталей машин, где допустимый износ может быть около одного миллиметра.

Результаты микроисследования показали, что полученное износостойкое покрытие по глубине имеет разный состав и структуру. У поверхности покрытия образуется заэвтектическая структура с избыточными карбидами гексагональной и призматической формы. Далее по глубине слоя следуют зоны эвтектического и доэвтектического составов с резким переходом к структуре заэвтектоидной и эвтектоидной стали металлической ос-

новы. Образование высокоуглеродистого подслоя под твердосплавным покрытием связано с диффузией углерода из состава порошковой обмазки в корочку застывшего металла, а также науглероживанием продуктами сгорания пеномодели. Общая толщина твердосплавного покрытия составила 0,7 мм, в том числе толщина заэвтекктической зон 0,4 мм, а толщина высокоуглеродистого подслоя составляет 0,8–0,9 мм.

Фазовый рентгеноструктурный анализ поверхности образцов показал присутствие карбидов типа  $M_7C_3$ ,  $M_{23}C_6$  и присутствие  $\alpha$ - $\gamma$  фаз железа. Микротвердость слоя по глубине от поверхности меняется в широких пределах, что связано с присутствием различных структурных составляющих.

При закалке образцов с температуры нагрева 900–925°C расположение и форма первичных карбидов не меняется, однако существенно повышаются нижние значения микротвердости в полосе разброса их значений от  $HV\ 720 \cdot 10^{-1}$  МПа и до  $HV\ 840–1100 \cdot 10^{-1}$  МПа. При более высоких температурах нагрева под закалку происходит растворение в аустените вторичных карбидов. Из-за высокой легированности твердого раствора в зоне глубиной 0,3–0,4 мм обнаруживается повышенное количество остаточного аустенита и снижается микротвердость.

На глубине 0,6–0,65 мм от поверхности покрытия металлическая основа сплава имеет только мартенситную структуру. Микротвердость вновь повышается. Далее по глубине высокоуглеродистого подслоя наблюдается монотонное снижение микротвердости литых образцов. Общая глубина слоя с твердостью не ниже  $HV_{100}\ 500 \cdot 10^{-1}$  МПа (твердость мартенсита среднеуглеродистой стали) достигает 0,9–1,0 мм.

Все детали изготавливаются из местного сырья Республики Узбекистан путем литья по газифицируемым моделям и отливаются в литейном цехе ХК «Metallmexqu-rilish» с износостойким твердосплавным покрытием и их последующей термической обработкой с двойной фазовой перекристаллизацией [4,5].

По проведенным результатам лабораторных и полевых испытаний установлено, что относительная износостойкость опытно-экспериментальных наральников по сравнению с серийными увеличена в три и четыре раза. Например, опытные литые детали без твердосплавного покрытия в 1,2 раза, с твердосплавным покрытием в 2,4–2,8 раза, с износостойким твердосплавным покрытием после термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией в 3,5–4,0 раза выше, чем серийных наральников.

#### Литература:

1. Бернштейн, Д. Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — М.: 2002. № 6. С.39–42.
2. Мавлянов, Н. М. Повышение надежности рабочих органов и качества работы предпосевных и посевных машин — орудий. — Т.: Мехнат, 1995. — 462 с.
3. Тилабов, Б. К. Повышение срока работы литых деталей металлургического оборудования и почвообрабатывающих машин с твердосплавным покрытием и термическим упрочнением // Доклады Академии Наук Республики Узбекистан. — Т.: 2014. № 1. С.39–42.
4. Мухамедов, А. А. Влияние температуры закалки на абразивную износостойкость стали // Известия ВУЗов, Черная металлургия, 1995. № 10. С.120–123.
5. Tilabov, B. K. Heat treatment of wear resistant hardalloyed coating of the details obtained by casting on gasified models. Известия на Технически университет Габрово. Journal of Technical University of Gabrovo. Bulgaria. Vol.49. 2015. S.11–14.

## Вопросы расширения функциональных и технологических возможностей металлообрабатывающего оборудования

Четвериков Игорь Алексеевич, старший преподаватель

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого

Ельникова Ирина Сергеевна, инженер-технолог

ЗАО «Диаконт» (г. Санкт-Петербург)

*Работа посвящена вопросам расширения кинематических возможностей технологического оборудования. Рациональное использование ограниченного количества управляемых координат станка позволяет выполнять формообразование поверхностей заготовки сложной пространственной геометрии. Кинематические ограничения технологической системы в процессе обработки компенсируются определением оптимального исходного взаимного положения инструмента и заготовки. В качестве способа проверки кинематической*

*возможности формообразования поверхностей детали предложено построение исходной инструментальной поверхности для проверки отсутствия интерференции профиля инструмента и заготовки.*

**Ключевые слова:** *степень свободы технологической системы, кинематические ограничения технологической системы, функциональные и технологические возможности оборудования, формообразование поверхностей, сложнопрофильные поверхности заготовок, неспециализированное оборудование, кинематика технологической системы, ориентация режущего инструмента.*

Современное технологическое оборудование с программным управлением имеет достаточно высокие функционально-технические показатели. Этот факт обусловлен как дороговизной отдельных структурных компонент станков (станины, привода, элементы систем управления), так и высокими трудозатратами при их эксплуатации (требования к квалификации персонала, требования к обрабатываемым заготовкам, современный режущий инструмент и т.п.). Естественно, что производители оборудования, повышая конкурентоспособность своей продукции, расширяют функциональные и технологические возможности своего оборудования путем применения различных конструкторских решений в направлении усложнения кинематики самой технологической машины, а также тщательной проработки надежности и функциональности математического аппарата и программного интерфейса систем управления.

Функциональные и технологические возможности технологического оборудования во многом определяются его кинематической схемой [1]. Собственно кинематическая схема накладывает ограничения на геометрию поверхностей деталей, которые могут быть формообразованы на данном оборудовании.

Геометрию любого тела в пространстве можно описать некоторым множеством точек, координаты которых задаются в выбранной системе координат. В технологическом оборудовании наиболее распространенными являются ортогональная, цилиндрическая и сферическая системы координат. Каждая система — это комбинация из трех координатных направлений, линейных или угловых.

В станкостроении суммарное количество степеней свободы подсчитывается для всех рабочих органов технологического оборудования, одновременно участвующих в процессе механической обработки заготовки. Рабочим органом является подвижный элемент технологической системы, осуществляющий взаимное перемещение инструмента и обрабатываемой заготовки. В большинстве случаев станочная технологическая система имеет два рабочих органа. На одном из них устанавливают инструмент, на втором — заготовку.

Рабочий орган, как и любое другое тело в пространстве может иметь до шести степеней свободы. Поэтому максимально возможное число степеней свободы для рассматриваемой технологической системы будет равно  $6 \times k$ , где  $k$  — количество подвижных рабочих органов. Если станок имеет три степени свободы или управляемые координаты, то формообразующую точку инструмента он может переместить в любую точку обрабатываемой поверхности. Но

только в определенном направлении и с определенной стороны данной поверхности. Совершенно очевидно, что подводить инструмент к поверхности необходимо снаружи, а не изнутри, т.е. из тела заготовки. Кроме того, часто технология, связанная с резанием, требует определенного направления расположения оси инструмента относительно обрабатываемой поверхности [5], например, по нормали к данной поверхности в текущей точке.

Таким образом, число степеней свободы и управляемых координат технологического оборудования определяет его возможности перемещать и ориентировать инструмент относительно поверхности в необходимом направлении.

Особого внимания заслуживает вопрос возможности формообразования поверхностей заготовок в технологических системах с ограниченным числом степеней свободы. Современные многокоординатные обрабатывающие центры позволяют реализовать практически любые законы относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки и получать поверхности сложной пространственной геометрии (рабочие поверхности штампов, пресс-форм, импеллеров, лопастей и лопаток турбин и т.п.).

Однако, использование сложных технологических машин не всегда рентабельно в определенных производственных условиях. Применение такого рода оборудования, как правило, ограничено среднесерийным типом производства. В условиях же мелкосерийного и, тем более, единичного производства такие технологические машины вызывают резкое повышение себестоимости продукции из-за значительной трудоемкости наладочных работ, а также высокой стоимости нормочаса работы оборудования. Для сравнения, разница в стоимости нормочасов для трехкоординатного вертикально-фрезерного обрабатывающего центра и соответствующего ему по размеру рабочей зоны пятикоординатного обрабатывающего центра составляет около 1.5...2 раз.

Далее в статье представлен один из путей повышения функциональности оборудования общего назначения. В описанном случае определяются условия рационального использования ограниченного количества управляемых координатных направлений станка для формообразования поверхностей заготовки сложной пространственной геометрии. Эффект достигается за счет того, что кинематические ограничения технологической системы при взаимной ориентации инструмента и заготовки в процессе обработки компенсируются определением их оптимального исходного взаимного положения.



На рис. 1 представлена схема обработки выпукло-вогнутого профиля лопатки паровой турбины концевой фрезой со сферическим наконечником на трехкоординатном токарном обрабатывающем центре. Очевидно, что на геометрию формообразуемого профиля заготовки накладываются те же ограничения, что и на профиль кулачка в плоском кулачковом механизме. На вогнутых участках кулачка угол контакта с роликовым наконечником толкателя может превышать допустимые значения, что вызывает заклинивание механизма. В случае же обработки профиля лопатки это приводит к так называемой интерференции инструмента и заготовки [2,3].

Интерференция в процессе обработки является негативным и недопустимым явлением. При интерференции происходит наложение профиля инструмента на профиль заготовки. В области наложения будет происходить либо подрезание профиля заготовки режущим инструментом, либо контакт с его нерабочей частью. Как уже было отмечено выше, определение исходного взаимного положения заготовки и инструмента может уменьшать область интерференции или устранять ее совсем. Влияние положения оси поворота заготовки относительно оси инструмента на величину интерференции демонстрируют различные фигуры рис. 1.

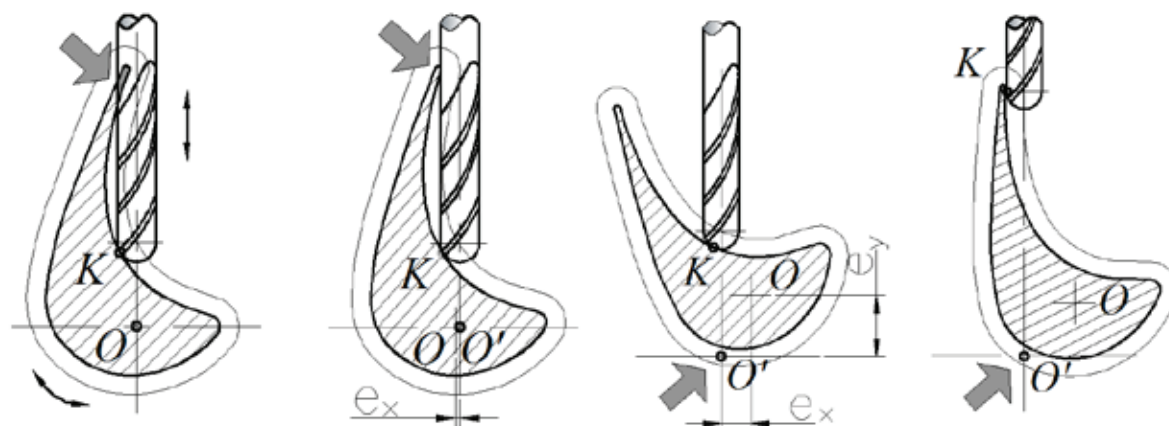


Рис. 1. Различные положения заготовки относительно оси инструмента

Из рисунка видно (первая фигура слева), что данное положение заготовки приводит к подрезанию, указанному серой фигурной стрелкой. При относительно небольшом смещении положения заготовки  $e_x$  (ось вращения переходит в точку  $O'$ ) вдоль одной из координатных осей, при том же положении точки контакта  $K$  величина интерференции сводится к одной точке (место указано серой фигурной стрелкой — вторая фигура слева). В этом случае подрезания не образуется, однако появляется зона вторичного резания. На третьей и четвертой фигурах показано положение заготовки при смещении заготовки на величины  $e_x$  и  $e_y$  по соответствующим координатным направлениям. На фигурах видно, что при таком положении заготовки инструмент обходит обрабатываемый контур со стороны корыта пера без подрезаний.

В представленном на рисунке примере кинематические ограничения вызваны отсутствием дополнительного управляемого координатного направления режущего инструмента: прямолинейного перпендикулярно его оси или углового в плоскости сечения. Это позволило бы задавать необходимую ориентацию инструмента в процессе обработки или установить ограничения по углу наклона его оси к обрабатываемой поверхности. Однако, задавшись заранее допустимым диапазоном упомянутого угла в качестве дополнительной степени свободы можно варьировать положение оси поворота заготовки относительно оси ин-

струмента. Описанная возможность и будет являться еще одной степенью свободы.

Для нормального процесса формообразования лопатки или лопасти вогнуто-выпуклого профиля необходимо минимум четыре управляемых координатных направления технологического оборудования. Три координатных направления определяют координаты точки контакта инструмента и заготовки в пространстве; еще одно координатное направление необходимо для ориентации оси инструмента относительно обрабатываемой поверхности. В широко распространенной системе управления Siemens Sinumerik при ручном программировании углы ориентации оси инструмента в условиях многокоординатной обработки ограничиваются некоторым диапазоном углов, обеспечивающих отсутствие интерференции [4].

Одним из способов проверки кинематики технологической системы на возможность формообразования поверхности заготовки заданной формы является построение исходной инструментальной поверхности (ИИП). Задача построения ИИП выполняется при профилировании фасонной геометрии режущего инструмента в случаях обработки заготовки по схеме обката. При этом ИИП определяет либо сам профиль инструмента, либо область в пространстве, где может находиться инструмент при формообразовании.

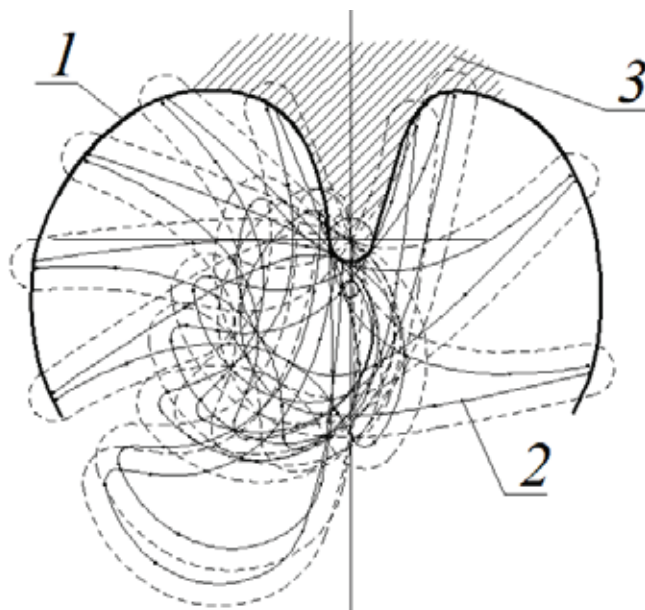


Рис. 2. Построение ИИП для корневого сечения лопатки паровой турбины (1 – контур ИИП, 2 – контур сечения лопатки, 3 – область допустимых положений инструмента)

Построение ИИП сводится к получению некоторой геометрической области на плоскости (рис. 2, заштрихованная область), которая является результатом графического наложения друг на друга множества последовательных положений заготовки в процессе формообразования. Наиболее сложным случаем геометрии лопаток или лопастей является случай закрученного профиля переменного сечения. В этом случае для повышения технологичности конструкции рабочей части при проектировании профиль приводят к линейчатой или условно линейчатой форме. Это предполагает изменение

формы и угла закрутки профиля по линейному закону от сечения к сечению. Данный факт резко упрощает работу с ИИП, так как достаточно выполнить построения только для двух крайних сечений: корневого и периферийного. Из условия линейчатой формы профиля ИИП для всех промежуточных сечений будут укладываться в контур полученной области.

В общем случае, для вогнуто-выпуклого профиля можно выделить области (зоны), в которых можно расположить ось поворота заготовки при условии отсутствия интерференции (рис. 3).

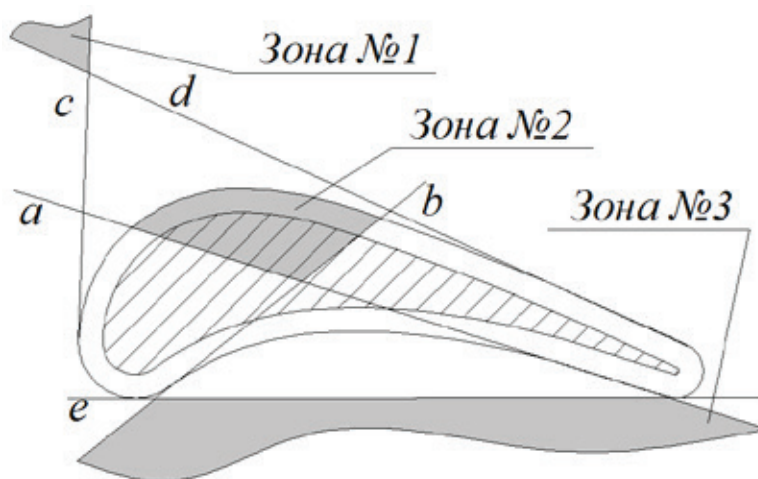


Рис. 3. Области допустимых положений оси поворота заготовки

Касательные  $a$  и  $b$  построены через крайние точки эквидистанты, отлегающей от вогнутой части профиля на величину радиуса инструмента, касательные  $c$  и  $d$  — соответственно, через крайние точки эквидистанты от

выгнутой части, прямая  $e$  параллельна конструктивной хорде профиля и отлежит от него также на величину радиуса инструмента. При положении оси поворота заготовки в любой из этих трех зон интерференция будет

отсутствовать, однако, очевидно, что располагать ось поворота в зонах № 1 и № 3 нерационально из-за большого эксцентриситета заготовки.

Данная методика основана на построении ограничивающих касательных, которые определяют допустимые углы ориентации инструмента к обрабатываемой поверх-

ности. Описанные построения имеют актуальность при обработке поверхностей вогнутого монотонного профиля. При необходимости разового изготовления или ремонтно-восстановительных работ возможность применения оборудования общего назначения позволяет значительно снизить стоимость механической обработки.

#### *Литература:*

1. Грановский, Г. И. Кинематика резания. — М.: Машгиз, 1948. — 200 с.
2. Радзевич, С. П. Формообразование поверхностей деталей. Основа теории: Монография. — К.: Растан, 2001 г. — 592 с.
3. Родин, П. Р. Основы формообразования поверхностей резанием. Киев: «Выща школа», 1977—192 с.
4. Sinumerik 840D Руководство по программированию: Расширенное программирование./ Выпуск 03/2006, 6FC5397—2BP10—1PA0. — М.: ООО Сименс, 2006. — 692 с.
5. M. Boujelbene, A. Moisan, W. Bouzid, S. Torbaty. Variation cutting speed on the five axis milling. Journal of achievements in materials and manufacturing engineering. Volume 21, issue 2, april 2007.

## 8. СТРОИТЕЛЬСТВО

### Оценка экономического потенциала сырьевой базы для зеленого строительства

Аксенова Людмила Леонидовна, кандидат технических наук, доцент;

Бугаенко Людмила Витальевна, ассистент;

Хлебенских Сергей Николаевич, магистрант

Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова

В Европе сегодня огромное внимание уделяется вопросам создания здоровой, экологически чистой среды обитания. Именно поэтому в поддержании высоких экологических стандартов в строительстве заинтересованы и производители строительных материалов, и застройщики, и владельцы жилья.

Отсюда следует, необходимость комплексной оценки качества и количества таких производств, выбор наиболее эффективных и экологичных строительных материалов, изделий и конструкций, обеспечивающих наиболее оптимальное соотношение триады человек — материал — среда обитания.

На сегодняшний день следует поставить перед собой такую цель, как исследование общих принципов развития промышленности строительных материалов и её влияния на процессы жизнедеятельности с целью разработки направлений дальнейшего развития производства, эксплуатации и повторного использования строительных композиционных материалов. Реализация данного исследования позволит оценить существующее состояние промышленности строительных материалов, изделий и конструкций и выявить актуальные направления её развития с целью оптимизации системы «человек — материал — среда обитания».

Известно, что каждое сооружение имеет свой нормативный срок эксплуатации, по завершению которого оно переводится в разряд ветхих или опасных, после чего подлежит скорейшему сносу. Долговечность сооружений в свою очередь зависит от долговечности строительных материалов, из которых изготовлены их конструктивные элементы и состояния их стыков и соединений.

При выборе строительных материалов для конструкций зданий или сооружений с заданным сроком службы учитывается сопротивляемость их физическим, химическим, атмосферным, агрессивным средам и прочим разрушающим воздействиям в заданных условиях эксплуатации.

Степень долговечности определяет капитальность здания (табл. 1) [4].

В соответствии с требованиями норм (табл. 1), российские города в основном застраивались зданиями второго и третьего класса значимости и долговечности.

Нормативный срок службы зданий, эксплуатирующихся в нормальных условиях, обычно составляет 60—100 лет, а зданий, строительные конструкции которых подвергаются воздействию агрессивных сред, — 30—45 лет. В действительности же промышленные здания нередко изнашиваются на 10—20 лет раньше нормативного срока.

Таблица 1

Классификация зданий в зависимости от назначения, значимости и долговечности

Класс	Здания I класса	Здания II класса	Здания III класса	Здания IV класса
Срок службы	более 70 лет	не менее 50 лет	25—50 лет	
Категории зданий	ключевые здания в городской застройке, уникальные здания государственного значения	здания массового строительства, составляющие основу городской застройки	облегченные здания пониженной капитальности	с минимальными требованиями
Примеры зданий, соответствующие данной категории	театры, музеи, Дворцы культуры, вокзалы, Кремлевский Дворец съездов, Храм Христа Спасителя и др.	многоэтажные жилые дома, гостиницы, административные здания и т.д.	небольшие жилые дома до 5 этажей	



К видимым и скрытым дефектам и повреждениям, снижающим прочность и эксплуатационные качества конструкций, относятся протечки в кровлях, влияющие на загнивание древесины, коррозию металла и арматуры в железобетонных конструкциях, разрушения кирпичных и панельных стен [1].

Важно отметить, что не только развитие городов, реконструкция обновление их территорий, в которых стремительно растет стоимость площадей под застройку, связаны проблемы демонтажа и захоронения строительного мусора. Важным аспектом является также и тот факт, что значительное количество зданий и сооружений отслужило свой срок. Следовательно, они должны быть демонтированы исходя так же и из условий безопасности их дальнейшей эксплуатации [2].

В результате удорожания земель под постройку и при постоянном увеличении темпов роста строительного рынка возросла потребность в свободных площадках и, как один из вариантов, высвобождение площадей за счет сноса старых зданий и сооружений. Реализация множества крупных строительных проектов сопровождалась образованием большого количества строительного мусора. Большая часть отходов вывозится на загородные полигоны, загрузка которых приближается к критической точке.

К сожалению, не все отходы достигают полигонов. По-прежнему большое количество сваливается на несанкционированных свалках.

Технология, апробированная во многих западных странах, включает в себя снос и переработку строительного мусора как единую технологическую цепочку. При этом получаемый в результате переработки бетона и кирпича вторичный щебень направляется в производство строительных материалов, в строительство дорог, на замену грунта, в засыпку под фундаментные основания, а также на благоустройство территорий.

Важно отметить, что не только развитие городов, реконструкция обновление их территорий, в которых стремительно растет стоимость площадей под застройку, связаны проблемы демонтажа и захоронения строительного мусора.

Согласно справочнику «Российский статистический ежегодник» ощутимый подъём жилищного строительства в СССР начинается в середине 1950-х годов. Во многом благодаря массовой застройке в период с 1956

по 1960 годы в стране было введено 280 млн. кв. метров жилья, для сравнения — за аналогичную пятилетку с 1946 по 1950 гг. жилой фонд вырос на 104 млн. кв. метров. Это связано с началом массового строительства сборных железобетонных зданий. В эти годы были разработаны в больших количествах серии типовых гражданских зданий различного назначения, обеспечивших возможность их массового индустриального производства и строительства (табл. 2) [4].

Если следовать требованиям норм, все здания, построенные до 1965 года со сроком службы до 50 лет в настоящее время подлежат демонтажу.

До 1965 года в СССР было введено около 712 млн. квадратных метров общей площади жилья. Значительный рост объемов жилищного строительства в 1956—1960 гг. связан с быстрым и повсеместным развитием крупнопанельного домостроения. Демонтаж этих зданий позволил бы не только освободить значительные городские территории под жилищную застройку в соответствии с зелеными стандартами, но и обеспечить строительный процесс достаточно эффективными строительными материалами, полученными на основе использования техногенного строительного сырья.

Техногенное сырье, возникающее при сносе зданий, может стать новым и уникальным «вторичным ресурсом» — если дома не сносить, а деконструировать по специальным технологиям. Строительство домов и других объектов инфраструктуры из такого сырья могло бы быть выгодно как самим строителям, так и горожанам.

Методика расчета нормативов образования отходов базируется на применении удельных показателей образования отходов и безвозвратных потерь. Удельные нормы образования отходов приняты по действующим СНиПам, сметным нормам и расценкам и приведены на единицу используемого материала.

До 1965 года в нашей стране было введено в эксплуатацию порядка 176,8 млн. м<sup>2</sup> крупнопанельного жилья, которое в настоящее время подлежит сносу. В табл. 3. приведены объёмы сырья, которые могут быть получены в результате разборки ветхого жилья.

Ориентировочно это может составить до 6,32 млн. т стали для монолитного строительства [3]. При этом речь идет только о бетонном ломе. Кроме того, в процесс рециклинга должно быть включено техногенное сырье, по-

Таблица 2

Ввод в действие жилых домов с 1918 по 1990 гг., миллионов квадратных метров общей площади

Годы	1918— 1928	1929— 1932	1933— 1937	1938 — I по- лугодие 1941	II полугодие 1941—1945	1946— 1950	1956— 1960	1966— 1970	1976— 1980	1986— 1990
Всего построено жилых домов	129,9	38,3	44,6	54,1	60,8	104,0	280,8	284,5	295,1	343,4

Таблица 3

Объем сырья, который может быть получен в результате разборки ветхого крупнопанельного жилья

№ п/п	Материалы	Объем образующихся отходов
1	Сталь, млн. т	6,32
	всего,	
	в том числе на	
	— сборный железобетон	5,46
	— монолитный железобетон	0,06
	— стальные конструкции	0,61
2	Сборный железобетон, млн. м <sup>3</sup>	125,70
3	Сборный бетон, млн. м <sup>3</sup>	6,01
4	Монолитный железобетон, млн. м <sup>3</sup>	0,88
5	Монолитный бетон, млн. м <sup>3</sup>	3,01
6	Лесоматериалы, млн. м <sup>3</sup>	0,71
7	Пиломатериалы, млн. м <sup>3</sup>	12,02
8	Древесностружечные плиты, млн. м <sup>3</sup>	0,54
9	Фанера клееная, млн. м <sup>3</sup>	0,22
10	Паркет, мн. м <sup>2</sup>	13,97
11	Стекло, млн. м <sup>2</sup>	56,22
	— оконное	2,83
	— витринное	

лученное при разборке старых зданий из керамического и силикатного кирпича, древесина, стекло, кровельные материалы. Их повторное использование позволит эффективно снизить нагрузку на окружающую среду, сэкономить значительные объемы природного минерального сырья.

Общая площадь кирпичных домов, построенных в период до 1965 года, составляет около 535 млн. м<sup>2</sup>. Ниже в табл. 4 приведен объем сырья, который может быть получен в результате разборки ветхого кирпичного жилья.

Сегодня повсеместно наблюдается рост экологической сознательности как населения, так и промышленников, использующих ресурсы недр и производящих на их основе товары. Все меньше остается территорий, которые можно использовать для захоронения промышленных отходов, поэтому технологии переработки отходов — бурно развивающееся направление стройиндустрии.

Переработка отходов необычайно важна экономически не только как способ утилизации мусора, но и для сохранения благоприятной экологической обстановки.

Таблица 4

Объем сырья, который может быть получен в результате разборки ветхого кирпичного жилья

№ п/п	Материалы	Объем образующихся отходов
1	Сталь, млн. т	13,2
	всего,	
	в том числе на	
	— сборный железобетон	11,35
	— монолитный железобетон	0,12
	— стальные конструкции	0,97
2	Сборный железобетон, млн. м <sup>3</sup>	204,37
3	Сборный бетон, млн. м <sup>3</sup>	56,18
4	Монолитный железобетон, млн. м <sup>3</sup>	2,14
5	Монолитный бетон, млн. м <sup>3</sup>	8,56
6	Лесоматериалы, млн. м <sup>3</sup>	2,14
7	Пиломатериалы, млн. м <sup>3</sup>	36,38
8	Древесностружечные плиты, млн. м <sup>3</sup>	0,98
9	Фанера клееная, млн. м <sup>3</sup>	0,18
10	Паркет, мн. м <sup>2</sup>	168,53
11	Стекло, млн. м <sup>2</sup>	147,13
	— оконное	0,54
	— витринное	

*Литература:*

1. РТМ 1652—9—89. Руководство по инженерно-техническому обследованию, оценке качества и надежности строительных конструкций зданий и сооружений (Утверждено 19 октября 1989).
2. СНиП 31—06—2009 Общественные здания и сооружения.
3. СН 445—77 Нормы расхода материалов и изделий на 1000 м<sup>2</sup> приведенной жилой площади жилых зданий.
4. Аксенова, Л.Л. «Зеленое» строительство и перспективы использования строительного техногенного сырья / Л.Л. Аксенова, Л.В. Бугаенко, С.Н. Хлебенских // Современные строительные материалы, технологии и конструкции: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Т. 2, г. Грозный, 24—26 марта 2015 г. — Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2015. — с. 154—158.

**Исследование смешанного магнезиального вяжущего с наполнителями**

Тажибаева Дана Маратовна, магистр, преподаватель  
Рудненский индустриальный институт

*В статье предложены пути решения утилизации отходов местных производств, а также горнодобывающей промышленности. Использование хвостов сухой магнитной сепарации с сочетанием таких отходов как: древесные опилки, макулатура, лузга, натуральные и полимерные волокна.*

Развитие производства строительных материалов играет немаловажную роль в экономике любого государства. В Казахстане большая часть строительных материалов импортируется с зарубежных стран, такие как: санитарно-технические изделия, листовое стекло, теплозвукоизоляционные, лакокрасочные материалы не выпускаются отечественными производителями. Выпуск местных строительных материалов не способен удовлетворить полную потребность на строительном комплексе Республики.

Более развитыми отраслями являются: производство железобетонных и бетонных изделий и конструкций, керамической плитки, сухих строительных смесей, цементная промышленность. Несомненно, портландцемент является неотъемлемой частью современных строительных материалов, однако, имеются и другие материалы по некоторым показателям превышающий цемент — это магнезиальные вяжущие вещества.

Магнезиальные вяжущие вещества обладают рядом достоинств: повышенной прочностью на изгиб, сжатие, малой усадкой, высокой эластичностью, быстрым твердением. Изделия, в состав которых входит магнезиальное вяжущее, не требует влажной среды для набора прочности, по сравнению с изделиями на основе портландцемента. Износостойкость магнезиальных изделий в 3 раза выше, чем у изделий на портландцементе. Положительными характеристиками магнезиальных вяжущих веществ являются: экологичность, высокая огнестойкость, химическая стойкость.

Отрицательными свойствами являются: малая водостойкость, низкая трещиностойкость, высокая агрессивность к стальной арматуре, высолообразование. Уникальным свойством является совместимость с прак-

тически любым наполнителем, это особенно важно, так как позволит использовать многотоннажные отходы горнодобывающей промышленности. Таким образом, решается проблема утилизации, а так же используя отходы снижается себестоимость строительной конструкции.

Исследование было посвящено выявлению зависимости прочности и плотности образцов из разных техногенных наполнителей на основе смешанного магнезиального вяжущего. Были изготовлены образцы с размерами 2×2×2 см с различными видами наполнителями: древесные опилки (крупность 2,5—5 мм), лузга (крупность 5 мм), натуральное волокно (длина 6 мм, диаметр 1,5 мм), полимерное волокно, макулатура. Применялось смешанное вяжущее вещество — магнезит (70%); хвосты сухой магнитной сепарации (30%). Затворитель  $MgCl_2$  с плотностью 1,24 г/см<sup>3</sup>.

Состояние полученных масс, а также изменение видов волокон после обработки в смесителе приведены в таблице 1.

После того как полученные образцы набрали структурную прочность, подвергли их сушке. При температуре 110°C в течении 6 часов.

Итак, древесные опилки: при увеличении скорости перемешивания, видимых изменений в структуре материале не наблюдается, но плотность пропорционально возрастает, с увеличением скорости перемешивания. Лузга: наименьшая плотность материала наблюдается при скорости 1500 об/сек. При дальнейшем увеличении скорости плотность материала так же увеличивается. Натуральные волокна: при увеличении скорости перемешивания увеличивается плотность образцов, а также их прочность. Даже после испытания образцы в сплюсненном виде не рассыпаются, хотя видны трещины. Полимерные во-

Таблица 1  
Характеристика полученных смесей

Вид волокон	Ж/Т отношение	Состояние массы	Состояние волокон
Древесные опилки	2,33	подвижная	волокна не разрушены
Лузга	2,31	подвижная однородная	координально не изменились
Натуральные волокна	2,19	масса сухая	волокна не разрушены
Полимерные волокна	1,88	сухая, неподвижная	увеличились в объеме
Макулатура	6,67	подвижная	Часть волокон не разрушен <sup>1</sup> , часть перешла в клееобразную фазу

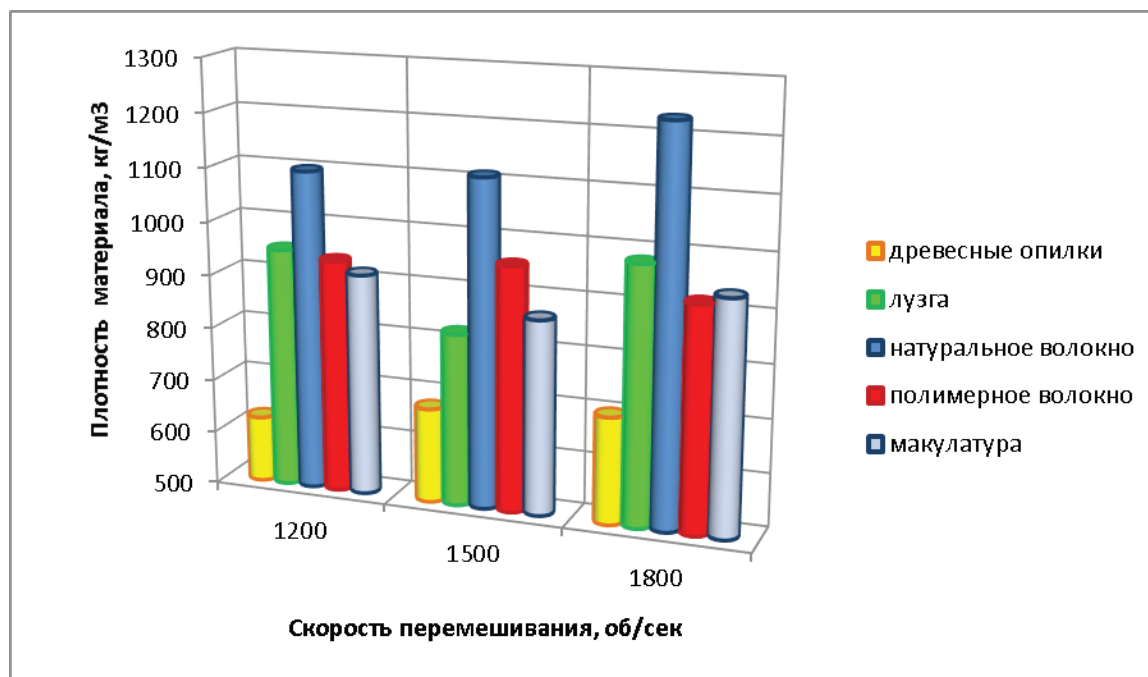


Рис. 1. Гистограмма зависимости плотности материалов от скорости перемешивания

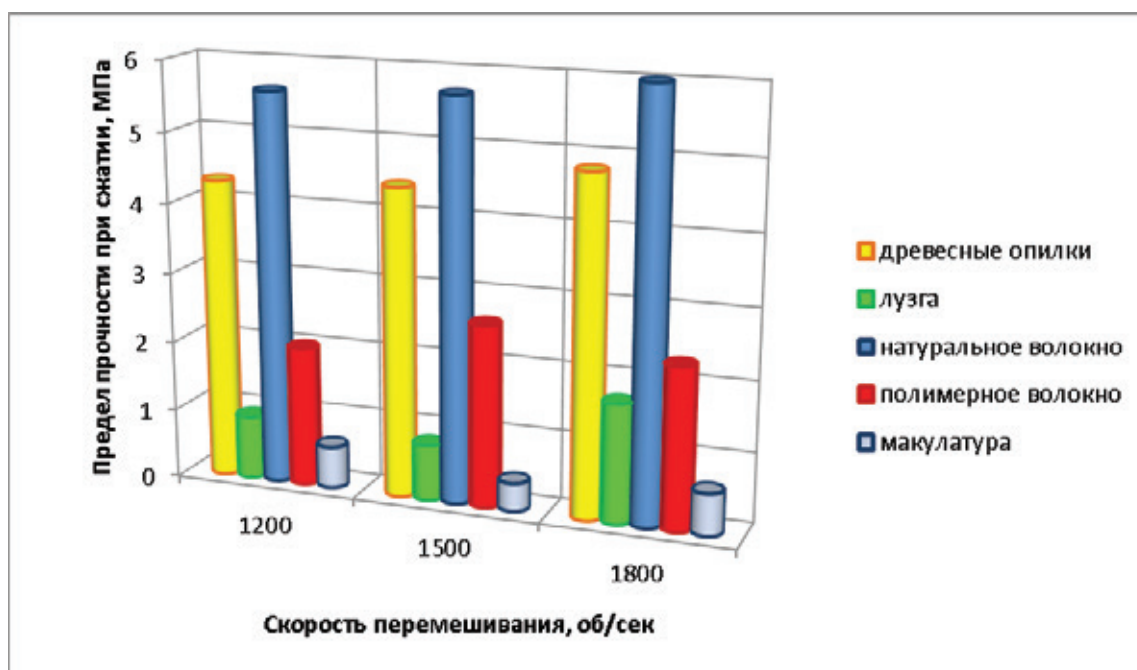


Рис. 2. Гистограмма зависимости предела прочности материалов на основе разных волокон от скорости перемешивания



локна: плотность и прочность образцов на основе полимерного волокна с изменением скорости вращения смесителя меняется на небольшой процент. Так было замечено, что наибольшая плотность, прочность образцов наблюдается при скорости 1500 об/сек. Макулатура: зависимость свойств образцов на основе макулатуры аналогична зависимости полимерных волокон.

Композиционные магниезиальные вяжущие вещества могут быть использованы не только как самостоятельный

материал, но и совместно с органическими наполнителями. Применяя органические отходы местных производств дерево- и льнопереработки, получены современные теплоизоляционные материалы. После прессования в плиты они могут быть использованы для утепления стен, звукоизоляции, а также и самостоятельно при малоэтажном домостроении. Прочность таких изделий при сжатии достигает 3–8 МПа, теплопроводность — 0,087–0,095 Вт/м·°С, средняя плотность 450–550 кг/м³ [1, с 178].

#### Литература:

1. Лыткина, Е. В., Зырянова В. Н., Бердов Г. И., Машкин Н. А. Современные композиционные материалы с использованием местного сырья // Современные наукоемкие технологии. — 2010. — № 9 — с. 178–178

## Эксплуатационные проблемы магистральных нефтепроводов Западного Казахстана

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;

Сулейменов Алмаз Карменович, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана (г. Уральск)

*Статья посвящена вопросам обеспечения надежности и продления срока службы эксплуатируемых нефтепроводов, проанализированы условия эксплуатации нефтепроводной системы, ее надежность в условиях перегруженности экспортных маршрутов транспортировки. Авторы обосновывают преимущества оценки несущей способности нефтепроводов — непосредственные измерения, контроль фактических напряжений и деформаций.*

**Ключевые слова:** добыча нефти, линейная часть, надежность, транспортировки нефти, оценка несущей способности, диагностика.

Нефтяная отрасль Казахстана — одна из основных отраслей экономики Казахстана. Годом добычи первой казахстанской нефти считается ноябрь 1899 г. в месторождении Карашунгул. Добыча нефти в Казахстане в 1992 г. составила 25,8 млн. тонн, в 2010 г. составила 79,5 млн. тонн, в 2012 г. — 82,5 млн. тонн. По запасам углеводородного сырья Казахстан входит в десятку ведущих стран мира, занимая в СНГ второе место после России. Общая площадь действующих и перспективных нефтегазоносных районов республики составляет 1700 тыс. км, или более 62% всей территории [1]. Объемы добычи нефти и природного газа в Казахстане представлены в табл. 1.

На территории Республики Казахстан основными нефтедобывающими компаниями являются ТОО «Тенгизшевройл» (22,5 млн. тонн), ТОО «Карачаганак Петролеум Оперейтинг Б. В.» (11,9 млн. тонн), АО «РД «КазМунайГаз» (8,9 млн. тонн), АО «Мангистаунайгаз» (5,7 млн. тонн) и АО «СНПС-Актобемунайгаз» (6 млн. тонн). Основные запасы нефти в Казахстане (более 90%) сконцентрированы в 15 крупнейших месторождениях — Тенгиз, Кашаган, Карачаганак, Узень, Жетыбай, Жанажол, Каламкас, Кенкияк, Каражанбас, Кумколь, Северные Бузачи, Алибекмола, Центральная и Восточная Прорва, Кенбай, Королевское, а половина — в двух гигантских нефтяных месторождениях Кашаган и Тенгиз [1].

Таблица 1

Объемы добычи нефти и природного газа в Казахстане, включая газовый конденсат

Показатели	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Нефть и газовый конденсат, млн. тонн	72,0	76,5	79,5	80,2	82,5
— нефть	63,7	64,3	67,9	69,3	70,1
— газовый конденсат	6,3	12,1	11,6	12,6	12,9
Природный газ, млрд. м³	18,7	35,6	37,1	38,4	39,4

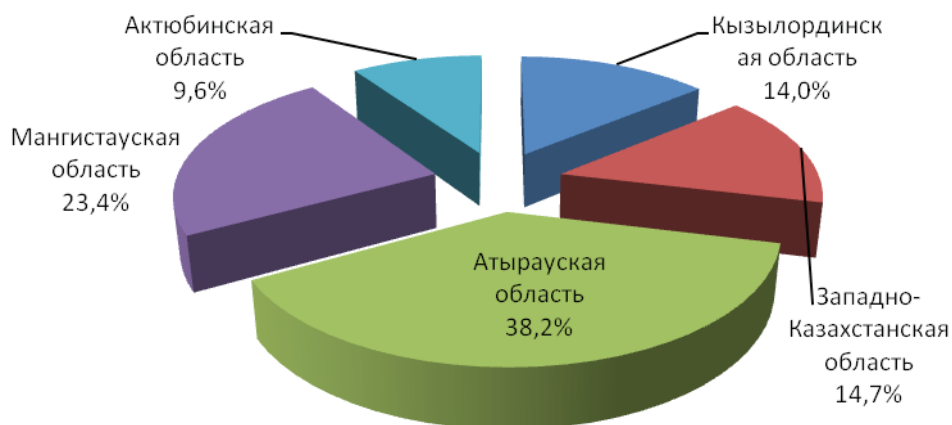


Рис. 1. Вклад территорий в нефтедобычу Республики Казахстан

Большая часть месторождений находится на территории Западного Казахстана.

Казахстан — страна, не имеющая выхода к мировому океану. Поэтому ключевое значение для республики имеет доступ к экспортным рынкам в первую очередь при помощи магистральных трубопроводов.

Система магистральных нефтепроводов Казахстана формировалась на протяжении длительного времени. И в настоящее время находится в состоянии постоянного развития и изменения. Основной причиной динамики системы является то, что одни месторождения нефти со временем истощаются, а другие открываются и обустроиваются. В настоящее время объемы нефти, перекачиваемые по системе магистральных нефтепроводов, ниже того уровня, на который система создавалась. Это привело к неравномерной загруженности различных нефтепроводов. Концентрация потоков в Западном регионе Казахстана обуславливает более интенсивную загрузку транзитных нефтепроводов по сравнению с внутри региональными. Несмотря на общее снижение объемов добычи нефти имеются трубопроводы, по которым загрузка высока (экспортные потоки).

Одной из ведущих компаний, занимающейся транспортировкой нефти является АО «КазТрансОйл». За 14-летний период деятельности компания существенно усилила свои позиции на рынке транспортировки нефти. За эти годы модернизированы действующие магистральные нефтепроводы, реализованы масштабные проекты по расширению пропускной способности и интеграции нефте-транспортных систем и диверсификации направлений транспортировки нефти. На сегодня грузоотправителями по трубопроводной системе «КазТрансОйл» являются более 70 нефтедобывающих компаний Казахстана.

На сегодняшний день по трубопроводной системе транспортируется более 80% всей добываемой в республике нефти. Разветвленная сеть трубопроводов проходит по территории восьми областей Казахстана. Это основные нефтяные маршруты: Узень — Атырау — Самара, Каламкас — Каражанбас — Актау, Жанажол — Кенкияк —

Орск, Омск — Павлодар — Шымкент — Чарджоу. В 2003 г. введен нефтепровод Кумколь — Джусалы; в начале 2005 г. закончился проект расширения нефтепровода Атырау — Самара; в 2006 г. введен нефтепровод Кумколь — Аральск — Кенкияк [1].

Основные действующие экспортные маршруты казахстанской нефти находятся в Западном регионе Казахстана: трубопровод Атырау-Самара (АО «КазТрансОйл» — 100%); трубопровод КТК (АО НК «КазМунайГаз»-20,75%); трубопровод Атасу-Алашанькоу (АО «КазТрансОйл»-50%); морской терминал Актау.

Наибольший объем казахстанской нефти в 2012 г. экспортирован по нефтепроводу КТК — 29,9 млн. тонн и Атырау-Самара — 15,4 млн. тонн. В китайском направлении транспортировано — 10,9 млн. тонн. Морской экспорт составил — 9,3 млн. тонн. Существующие возможности трубопроводной системы стали недостаточны для осуществления транспортировки увеличивающихся объемов добычи казахстанской нефти. В 2012 г. экспорт нефти достиг 88,0 млн. тонн. Увеличение экспорта нефти в западном направлении постепенно приводит к перегруженности экспортных маршрутов транспортировки.

Нефтепровод Каспийского Трубопроводного Консорциума (КТК) является единственным частным магистральным трубопроводом на территории РФ и РК. Маршрут трубопровода составляет 1511 км, и проходит по следующим направлениям: Тенгиз (Казахстан) — Новороссийск (Россия). Первая очередь нефтепроводной системы КТК была сдана в штатную эксплуатацию в 2003 г. и к концу 2009 г. пропускная способность достигла 34, 574 млн. тонн, из которых объем казахстанской нефти составил 27,5 млн. тонн — 79,5% от общего объема поставленной нефти. В 2010 г. было транспортировано 34,9 млн. тонн нефти.

Казахстанская каспийская система транспортировки (ККСТ) является одним из ключевых проектов по диверсификации транспортных путей для экспорта нефти казахстанского содержания за рубеж.

Второй по объемам транспортировки экспортной нефти магистральным нефтепроводом в Казахстане яв-

ляется нефтепровод Узень — Атырау — Самара. Нефть поставляется через систему нефтепроводов ОАО «АК «ТрансНефть» и стран СНГ на терминалы черноморского региона (в порты городов Одесса, Новороссийск, Южный), Балтийского моря (в г. Приморск и Гданьск), а также на рынки стран Восточной Европы (Польша, Германия, Венгрия, Словакия, Чехия и др.).

Казахстанская система магистральных нефтепроводов весьма протяженная, при этом большая часть трубопроводов

была спроектирована и построена еще в советские времена. Эффективность процесса транспортировки в первую очередь зависит от состояния фонда эксплуатационных трубопроводов. В построенную в конце 70-х и в начале 80-х годов прошлого века магистральную систему заложен значительный запас прочности. Тем не менее практика показывает, что по истечении 10–15 лет эксплуатации магистральных нефтепроводов, вследствие их физического износа и естественного старения, возможен рост отказов и аварий.

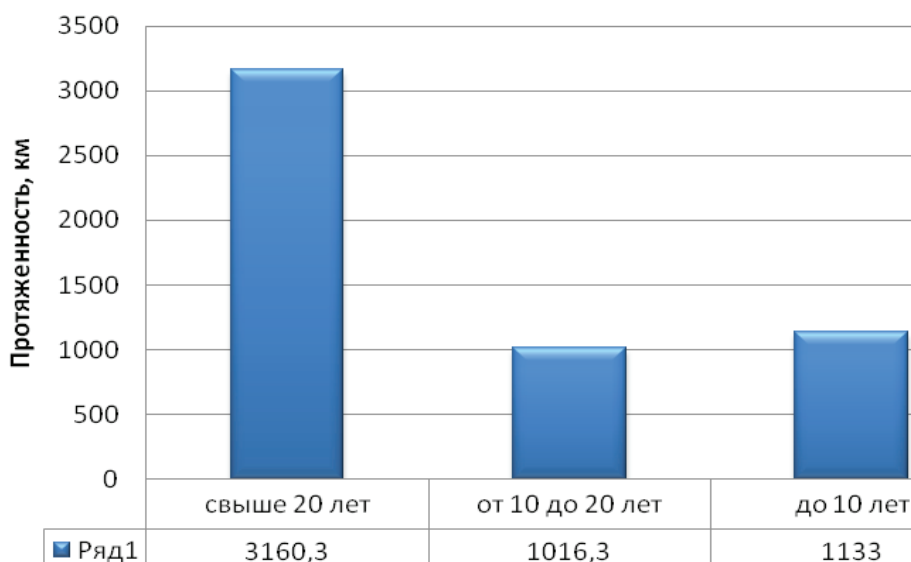


Рис. 2. Возрастная структура магистральных нефтепроводов АО «КазТрансОйл» на 31.12.2010 год (общая протяженность — 5309,7 км)

Один из основных элементов магистральных нефтепроводов — линейная часть, для которой характерна определенная вероятность потери работоспособности. Нарушение работы линейной части магистрального нефтепровода приводит в результате к неисправностям и отказам [2].

Линейная часть магистральных трубопроводов характеризуется отсутствием большого разнообразия деталей и чрезвычайно высокой ценой одного отказа.

Надежность линейной части отражает достигнутый высокий технический уровень в проектировании, строительстве и эксплуатации трубопровода. Оценить надежность элементов магистрального нефтепровода возможно при наличии данных о физических свойствах материалов и конструктивных характеристиках труб. В процессе эксплуатации нефтепроводы подвергаются воздействию поперечных и продольных сил, изменяют свое первоначальное положение, что приводит к появлению в материале труб чрезмерных напряжений и деформаций, а в локальных участках — к концентрации напряжений и, как

следствие, к их разрушению. Скорости течения этих процессов зависят как от внутренних процессов в материале труб, так и от внешних условий работы: давления, температуры, химического состава, окружающей среды и т.д.

Поэтому при эксплуатации нефтепроводов для оценки их несущей способности главным является — непосредственные измерения, контроль фактических напряжений и деформаций.

В связи с этим важное значение имеет оценка работоспособного состояния и долговечности нефтепроводов на основе оперативного контроля и мониторинга напряженно-деформированного состояния потенциально опасных участков в полевых условиях.

Таким образом, стабильность функционирования магистральных нефтепроводов может быть обеспечена благодаря внедрению прогрессивных методов диагностики, проведению планово-предупредительных и ремонтных работ. Объективным свидетельством этому является снижение количества категорийных аварий на линейной части магистральных нефтепроводов.

#### Литература:

1. Мухтаров, Д. Статусы трубопроводных проектов в Казахстане на декабрь 2014 года: [Электронный ресурс] / Д. Мухтаров. — Режим доступа: <http://www.oilru.com/news/443925/>. Дата обращения: 24.11.2015.

2. Гумеров, с. А., Гумеров Р. С., Гумеров К. М. Методы оценки ресурса элементов линейной части магистральных нефтепроводов / С. А. Гумеров, Р. С. Гумеров, К. М. Гумеров // Нефт. хоз-во. — 1992. — № 8. — с. 36–37.
3. Проблемы и перспективы эффективного использования трубопроводного транспорта // II Туркестанский интеграционный форум стран Центральной Азии «Модернизация межгосударственных интеграционных связей Центральноазиатских стран». Туркестан, МКТУ, 2006. — С.73–77.
4. Байназаров, Р. Ф. Оценка прочности нефтепроводов по результатам диагностических обследований. Строительный вестник Тюменской области 2 / Р. Ф. Байназаров, 2002, — С.56–57.



## 9. ТРАНСПОРТ

### Влияние системы выпуска выхлопных газов автомобилей на безопасность движения

Вебер Анастасия Игоревна, студент;

Павленко Александр Александрович, студент;

Научный руководитель: Вертей Михаил Леванович, старший преподаватель

Новосибирский государственный аграрный университет

С наступлением холодов автоводители всё чаще и чаще начинают замечать беловатый дым, вырывающийся из выхлопной трубы во время прогрева транспортного средства. Некоторые задают вопросы таким же автолюбителям в интернете, некоторые обращаются к более компетентной помощи. Мы разберемся с этой проблемой и предложим методы её решения.

Прежде всего следует понять, что чаще всего дым, появляющийся зимой из выхлопной трубы — это самый настоящий пар. При сгорании топлива в двигателе естественно образуется какое-то количество воды, а из-за высокой температуры двигателя она сразу превращается в пар. Этот водяной пар и прочие газы ( $\text{CO}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{NOx}$ ) проходит через систему выпуска отработавших газов.

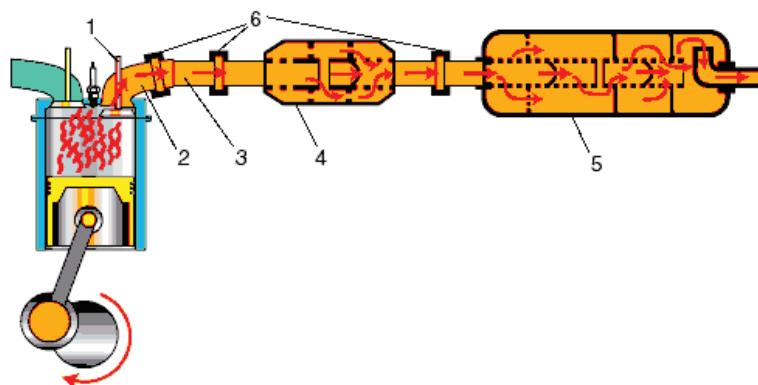


Рис. 1. Схема системы выпуска отработавших газов: 1 — выпускной клапан; 2 — выпускной трубопровод; 3 — приемная труба глушителя; 4 — дополнительный глушитель (резонатор); 5 — основной глушитель; 6 — соединительные хомуты

Но разница температуры между начальной точкой пути пара (двигателем) и конечной (выхлопной трубой) может достигать сотни градусов. Пар на выходе остывает образуя кристаллики. Можно привести в пример всем знакомую ситуацию — зимой, когда большие автомобили или автобусы отъезжая от остановки, так дымят, что приходится сбавлять скорость из-за отсутствия видимости.

Подобные ситуации очень проблемные, например для прохождения перекрестка.

Первый автомобиль начинает движение, из выхлопной трубы вырывается большое количество пара. Остальные автомобили вынуждены либо двигаться с маленькой скоростью, либо вообще не двигаться. Это приводит к заторам на дорогах.

Проблема пара, вырывающегося из выхлопной трубы — очень актуальна в условиях Сибирской зимы.

Но данная проблема абсолютно никак не решается для транспортных средств. Существует масса дымоуловителей, дымопоглотителей для кухни, сварки, просто для работы с газами и дымом, но никто пока не адаптировал подобную систему для транспортных средств.

В системе газопереработки и нефтедобычи достаточно давно используются водопоглотители (диэтиленгликоль, триэтиленгликоль, хлористый кальций), но я считаю, что наиболее удобоваримым было бы адаптировать для транспортных средств Дисперсный водопоглотитель, содержащий в качестве основного компонента водопоглощающую смолу. Этот водопоглотитель изобретен и запатентован (№ 2298570 (2007.05.10)) учеными и уже нашел применение в некоторых сферах нашей жизни. Искусственно полученная смола, захватывающая влагу. Если её наносить на выхлопную трубу — это может уменьшить, пар

из выхлопной трубы в холодную зиму. Водопоглощающая смола способна к набуханию при контакте с водой, но нерастворима в воде. На выходе вероятнее всего получим следующее: смола замерзает в системе выпуска и тем самым препятствует выходу отработавших газов, что может привести к скоплению угарного газа непосредственно в самом автомобиле, в последствии может вызывать плохое самочувствие пассажиров и водителя. Поэтому если мы берем в разработку данный способ — внимательно следим за количеством и состоянием водопоглощающей смолы.

Для того что бы избежать направленного облака пара и выхлопных газов (способ не требующий постоянного внимания как предыдущий) следует доработать выхлопную систему, а именно позволить большому количеству пара распространиться равномерно.

Для легкового автомобиля так же можно воспользоваться методом переноса выхода отработанных газов под днище, но в связи с невысоким качеством дорожного покрытия в России могут возникнуть проблемы у транспорта с небольшим клиренсом.

Для грузового автомобиля самым оптимальным и финансово не затратным решением будет изменение направления выхода отработавших газов, направляя их под автомобиль. Так же возможен вынос выхлопной трубы выше уровня кабины. (Более удобный вариант, так как не изменится дорожный просвет, а значит не ухудшится проходимость автомобиля).

Альтернативным вариантом решения проблемы пара может быть охлаждение выхлопных газов до выброса из выхлопной трубы. Таким образом мы избавимся от кристаллизации пара, а соответственно от дымовой завесы. Одним из интересных способов газов и пара является продление магистрали кондиционера до выхлопной системы.

Рассмотрим варианты установки охлаждающего элемента:

Коллектор не подойдет для установки охлаждающего элемента так как нет достаточного места и температура отработавших газов все еще высока. Возможен перенос

всей системы в глушитель, но тогда машину придется оборудовать дополнительным кондиционером что значительно повлияет на стоимость автомобиля, так как ставить охлаждающий элемент нужно в резонаторе для того что бы сократить путь магистрали кондиционера.

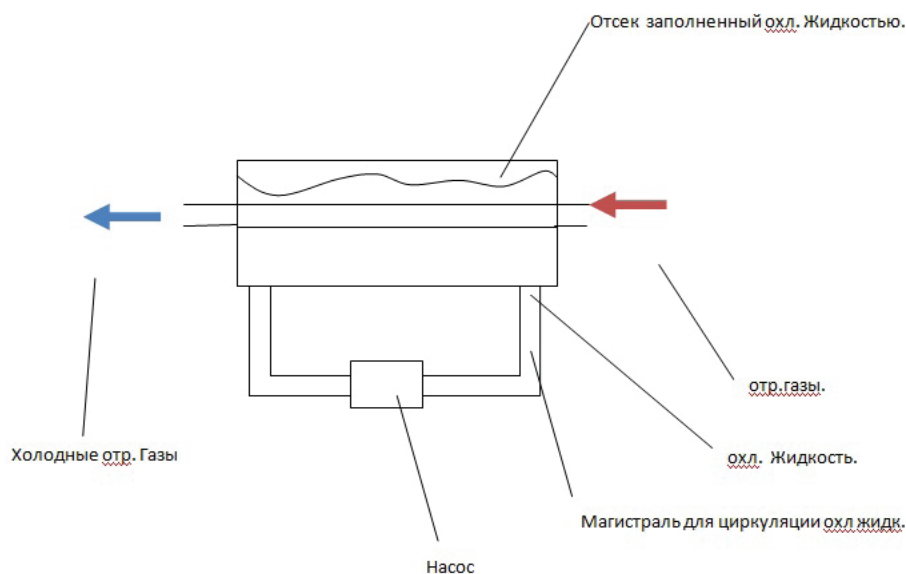
Одним из достойных внимания методом решения нашей проблемы является насадка на глушитель автомобиля. Возможные материалы для насадок — это металлическая сетка, сетка из пластика, хлопковые фильтры, а также бумажные фильтры.

Строение насадки: три слоя рассеивающего материала, помещенного в цилиндрический корпус небольшого диаметра и крепежный элемент для фиксации насадки на глушитель.

Основной проблемой этого метода будет являться образование конденсата на рассеивающих материалах, в последствии образуется ледяная корка которая будет препятствовать дальнейшей работе двигателя так как выхлопные газы не смогут проходить через нее.

Следующий способ, которым можно воспользоваться — это установка в автомобиле компрессора, который будет отвечать за рассеивание отработавших газов и пара на выходе из выхлопной трубы. Для этого подойдет обычный компрессор, используемый для подкачки колес. От компрессора будет идти трубка к концу выхлопной трубы, она будет присоединяться к клапану, закрепленному перпендикулярно выхлопной трубе так, чтобы при выходе отработанные газы и пар пересекался с воздушным потоком, идущим из клапана. За счет этого будет происходить рассеивание пара. На сегодняшний день самым простым и наименее затратным способ.

Примером борьбы с излишним выделением пара является паровой двигатель, проблема с конденсацией пара уже решена. Но для парового двигателя она служит для экономия воды, а мы же попытаемся использовать этот способ для уменьшения выброса пара автомобиля путем добавления дополнительного сектора в выхлопную систему.



Отработавшие газы попадают в отсек, где через закрученную трубку они проходят сквозь поверхностную систему охлаждения, тем самым на стенках трубки образуется конденсат. Что бы охлаждающая жидкость не нагревалась, тем самым снижая эффективность системы к этому отсеку подключается магистраль с насосом которая позволяет охлаждающей жидкости циркулировать в этой системе. Накопившийся конденсат сбрасывается.

#### Литература:

1. Золотницкий, В. А. Автомобильные газовые топливные системы// [Текст]. — АСТ, Астрель, Хранитель, 2007.
2. П. И. Федюнин, И С. Белоусов. Пуск тракторных и автомобильных двигателей: учеб. пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т.: — Новосибирск, 2008. — 152 с..
3. Накамура, М. (JP), Кимура К. (JP), Вада К. (JP), Исизаки К. (JP) Порошковая водопоглощающая смола и поглощающее изделие// [Электронный ресурс].— Режим доступа: — URL: <http://www.findpatent.ru/patent/236/2369434.html> (дата обращения: 12.02.2015).
4. П. И. Федюнин, С. П. Сальников, С. П. Матяш. Теория трактора и автомобиля: краткий курс лекций / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инжен. ин-т.: — Новосибирск, 2010. — 83 с.

## Возможные пути развития железнодорожного транспорта

Кондрашов Илья Александрович, студент

Ростовский государственный университет путей сообщения

**Ж**елезная дорога — давно укрепившийся в современной жизни вид транспорта, без которого невозможно представить современные перевозки грузов и пассажиров. Рассматривая железнодорожный транспорт с инженерной точки зрения, выделяют следующие достоинства:

- высокая грузоподъёмность;
- независимость от климатических условий, что обеспечивает регулярность перевозок;
- сравнительно невысокая себестоимость перевозок;
- возможность перевозки на большие расстояния;
- высокая провозная способность железной дороги.

Но не стоит забывать и о недостатках, присущих этому виду транспорта:

- большие затраты на погрузочно-разгрузочные работы;
- жёсткая привязанность к конкретному маршруту, по которому проложены железнодорожные магистрали;
- низкая манёвренность;
- большие затраты на строительство [1].

Железная дорога, в том виде, в котором мы привыкли видеть её сейчас, начала появляться в конце XVIII начале XIX веков. Именно в то время для неё стали характерны рельсы из металла, а не из древесины как ранее, и паровая тяга. Железнодорожный (ж/д) транспорт быстро завоевал расположение пассажиров, так как зачастую это был единственный быстрый способ комфортабельного перемещения на большие расстояния. Шли годы, появлялись другие виды транспорта, такие как автомобильный и воздушный, который могли бы вытеснить ж/д транспорт. Но железная дорога не канула в лету, так как постоянно улуч-

шалась, продолжая производить перевозки грузов и пассажиров, оставаясь удобной, быстрой и надёжной.

По состоянию на 2012 год в Российской Федерации ж/д транспорт, с учётом трамвайного и метрополитена, занимал первое место по пассажирообороту [2].

Однако, нет предела совершенству — глубинный смысл этой фразы заключается в том, что любой предмет окружающего мира может быть усовершенствован, и железная дорога, конечно же, не может быть исключением, впрочем, как и любой другой вид транспорта.

Железнодорожный транспорт — это вид транспорта, включающий в себя комплекс различных систем и средств, предназначенный для перевозки грузов и пассажиров посредством подвижного состава, движущегося по специальным закреплённым (традиционно стальным) направляющим (рельсам).

Исходя из вышеуказанного определения, можно сделать вывод о том, что фантастические варианты с летающими или плавающими в любых направлениях поездами не могут относиться к ж/д транспорту, поскольку не имеют рельсов.

Стоит также отметить, что железнодорожный транспорт не может быть одинаков во всем мире в целом и в отдельно взятой стране в будущем. Это связано с:

- различными функциями, которые выполняет ж/д транспорт;
- разными стандартами, принятыми в странах;
- различным уровнем научно-технического прогресса в разных странах;

— различными направлениями развития промышленности и других сфер жизни общества в разных странах.

Это означает, что технологии, описанные ниже, могут быть, как применены вместе и дополнять друг друга, так и быть совершенно несовместны.

Человечество уже давно осознало, что необходимо беречь энергию и ресурсы. Ведь перерасход некоторого материала очень часто, мало того что означает уменьшение этого ресурса в целом, так ещё и приводит к увеличению издержек и экономических потерь производителя, поэтому необходимо грамотно и рационально использовать то, что даёт природа и то, что человек производит самостоятельно. Это отступление присутствует здесь неслучайно, ведь и на железной дороге можно значительно сэкономить количество материалов, а соответственно и капитальных вложений, расходующихся на строительство пути. Осуществить это можно, на первый взгляд радикально, но, по сути, очень просто: убрать один из двух рельсов.

Как писала Роза Бертэн: «Всё новое — это хорошо забытое старое». В 20-х годах XIX века уже появлялась идея о том, что гораздо выгодней и эффективней передви-

гаться по одному рельсу, нежели по двум. Известно, что немецкий инженер Август Шерль продемонстрировал публике модель однорельсового поезда в Берлине. А уже через пару лет Луи Бреннан в Джилингхеме (Великобритания) показал полноразмерный однорельсовый вагон на 50 пассажиров. Возникает естественный вопрос: «Каким образом поезд удерживает равновесие?». Для ответа на этот вопрос необходимо вспомнить детскую игрушку — юлу. Эта игрушка, как её ещё называют — волчок, не что иное, как гироскоп — прибор с диском и свободной осью, используемый для автоматического регулирования устойчивости. Юла, будучи раскрученной, может довольно долго сохранять своё равновесие, касаясь горизонтальной поверхности лишь кончиком своей оси. По такому же принципу были устроены и экспериментальные поезда той эпохи. Гироскоп (маховик), размещённый в специальном отделении внутри одноколейного вагона, за счет своего вращения позволял ему не только катиться по рельсу, но и не терять своего равновесия. Вагон однорельсовой железной дороги представлен на рисунке 1 [3].

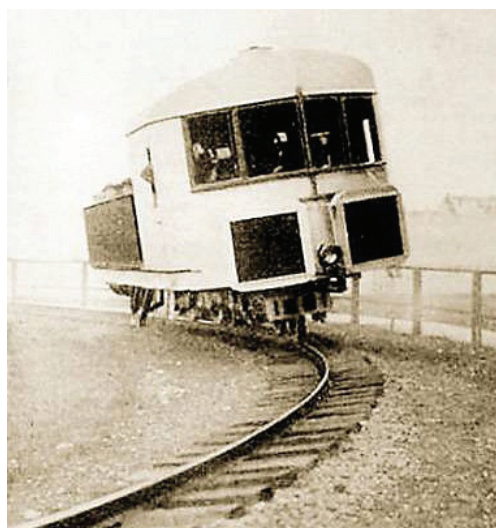


Рис. 1. Однорельсовая железная дорога Луи Бреннана [3]

Известно также, что в 1911 году наш соотечественник Пётр Петрович Шиловский представил модель своей однорельсовой дороги на выставке в Петербурге. К сожалению, полномасштабная рабочая версия этой дороги так и не была построена [3].

У этой технологии, естественно, есть недостатки, связанные в первую очередь с тем, что для поддержания вагона в равновесном положении необходимо непрерывное вращение маховика. Однако падение вагона набок при остановке маховика может быть предотвращено с помощью специальных боковых упоров, присутствующих в каждом вагоне.

Тем не менее, применение гироскопических поездов однорельсовой железной дороги отлично подойдёт как для электрифицированных участков, так и для тепло-

возной тяги. Использование этих вагонов в будущем может быть прекрасно применено в сфере городского транспорта, для перемещения грузов в пределах больших промышленных предприятий и за их пределами, для междугородного сообщения и, конечно же, для военных ведомств, заинтересованных в быстром строительстве подъездных путей. А с учётом использования современных материалов и технологий, возведение однорельсовой железной дороги потребует значительно меньшие временные и финансовые затраты на строительство пути, по сравнению с существующей системой транспорта, использующей два рельса. К тому же однорельсовый ж/д транспорт будет, что немаловажно, более безопасным, по сравнению с любым однорельсовым прототипом того времени.



В продолжение темы сохранения ресурсов и энергии, необходимо привести цитату Петра Леонидовича Капицы: «Вы думаете, энергия распространяется по проводам? Напротив, в них она только теряется!». Не является секретом то, что для передачи электрической энергии к электроподвижному составу (ЭПС) на электрифицированных участках железной дороги используется контактная сеть, которая сама по себе является сложной системой, строительство которой связано с большими затратами меди и алюминия. К тому же, в целях безопасности, контактная подвеска должна быть расположена над дорогой на специальных опорах. Стоит отметить, что на высокоскоростных магистральных железных дорогах одним из ограничений скорости движения является именно проблема токосъёма, то есть надёжного контакта пантографа и контактной подвески с целью устойчивой передачи тока от контактного провода в локомотив при любых метеоусловиях и скоростях. Таким образом, исходя из вышенаписанного, можно заключить следующее: для сохранения ресурсов и решения проблемы токосъёма необходим другой способ передачи энергии к ЭПС.

Учёные и инженеры уже давно говорят о бесконтактной (без механического контакта пантографа и контактной подвески) передаче электроэнергии. Умозрительно эта проблема уже решена. Здесь стоит привести отрывок из книги «Гианэя» советского писателя-фантаста Георгия Сергеевича Мартынова: «... Только теперь токи ультравысокой частоты идут не по кабелям. Найден способ передавать их прямо по воздуху, наподобие радиоволны, и притом без потерь. На определённой высоте над землёй, разлита, если можно так выразиться, сплошная пелена энергии... Энергия, практически безграничной мощности, берётся «с воздуха»...» [4].

Не исключено, что именно такой способ передачи энергии может быть использован в поезде будущего: «пучок» энергии сверхвысокой частоты (СВЧ) находится над железной дорогой в том месте, где будет проходить пантограф локомотива. Эта энергия трансформируется в приемнике СВЧ и приводит ЭПС в движение. Существующие технологии способны создавать направленное СВЧ излучение огромной мощности. Однако стоит помнить, что чем большее расстояние проходит луч, тем больше он рассеивается. Значит, необходимо расставлять источники СВЧ излучения через относительно короткие промежутки длины, чтобы луч не рассеивался и находился в необходимой области пространства над железной дорогой. Это решит проблемы ресурсосбережения и потерь энергии в проводниках, а также снимет ограничение максимальной скорости на высокоскоростных линиях железной дороги.

Существуют и другие вызывающие интерес способы сохранения энергии на ж/д транспорте.

Известно, что потребление электроэнергии в разное время суток является величиной весьма непостоянной. Существуют, так называемые, пиковые часы, когда энергосистема нагружена, и, может быть, даже не справля-

ется с потребностями приёмников электрической энергии. Есть же и обратная ситуация — часы, в которые потребителей настолько мало, что энергосистема «простаивает». Аналогичные процессы характерны и для железной дороги: участки дороги могут быть нагружены неравномерно, а ЭПС, для которых свойственно явление рекуперации (возвращение энергии в сеть, например при торможении), могут неравномерно эту электроэнергию использовать. Для решения подобных проблем необходимо применять аккумуляцию электроэнергии.

Стоит отметить, что у гироскопа (маховика), помимо свойства сохранения равновесия, существует другая замечательная способность — запасание энергии. Аккумулятор-маховик относится к классу динамических аккумуляторов и, будучи размещённым в каждом вагоне и локомотиве ЭПС и механически или иным способом соединённым с колёсными парами, позволяет добиться сокращения расхода энергии на перемещение поезда и улучшения характеристик рекуперативного торможения. То есть ЭПС сможет не только рационально использовать подводимую к нему энергию, но и возвращать её обратно в сеть в пиковые моменты, тем самым помогая энергосистеме.

Именно рациональное сочетание различных способов энерго- и ресурсосбережения в поездах будущего позволит улучшить технические, экономические, экологические и другие показатели.

Необходимо также затронуть технологии, позволяющие улучшить один из важнейших показателей ж/д транспорта — скорость поезда.

В целом можно сказать, что спешка стала нормальным явлением для жителей больших городов. У людей появились желание и необходимость как можно быстрее добраться из пункта А в пункт В, а учёные и инженеры пытаются эти желания исполнить. Важно отметить, что рассмотрение увеличения скорости движения касается только пассажирских поездов.

Во многих странах уже более десяти лет курсируют поезда высокоскоростного сообщения. Одним из представителей таких поездов является монорельсовый маглев (англ. maglev — magnetic levitation — магнитная левитация) или так называемый поезд на магнитном подвесе. Первое, что необходимо здесь упомянуть, это то, что данный поезд является наиболее известным представителем однорельсовой колеи, которая представляет собой площадку, напоминающую широкий рельс. Второе, о чём нужно написать, это то, что ЭПС рельса не касается, а «парит» над ним. Маглев можно назвать «летающим» поездом, но с большой оговоркой: ЭПС не может «лететь» туда, куда вздумается, например, машинисту, то есть поезд очень жёстко привязан к рельсу и не может перемещаться там, где этого рельса нет. Удержание и движение поезда производится благодаря сильному бегущему магнитному полю, созданному линейными асинхронными двигателями, расположенными внутри рельса или в корпусе поезда. Взаимодействие поля и нижней площадки

(дна) поезда обеспечивает перемещения поезда, причём в будущем скорость составит 500 км/ч и более.

Следующим этапом развития поездов типа маглев будет так называемый вактрэйн (англ. *vacutrain* — *vacuum train* — вакуумный поезд). Исходя из названия этой разновидности маглева, можно сделать вывод, что учёные решили исключить одно из основных препятствий движению на больших скоростях — сопротивление воздуха. Этот поезд будет перемещаться по специальной трубе, в которой будет размещён магнитный монорельс, и в которой будет находиться очень разреженный воздух или же вакуум. По известным на данный момент расчётам, вактрэйн будет развивать скорость близкую или превышающую скорость звука. Как известно, билет на маглев, расположенный в Японии, стоит гораздо дороже, чем на обычный поезд, поэтому, скорей всего, поездка на вактрэйне будет стоить весьма дорого.

Строительство любой железной дороги — это, как правило, сложная с экологической точки зрения задача. В первую очередь из-за нарушения ландшафта и рельефа местности. Помимо этого, железная дорога является источником шумового загрязнения, электромагнитного загрязнения (в случае электрифицированной ж.д.), загрязнения продуктами сгорания топлива (в случае тепловозной тяги). Многие из этих проблем можно решить погружением железной дороги под землю. Например, метро уже много лет замечательно справляется с задачей перевозки людей в пределах одного отдельно взятого города. К тому же под землёй отпадает необходимость в использовании контактной сети, так как питание будет осуществляться через третий или боковой рельс. Такие подземные ветки могут быть использованы как для перемещения пассажиров, так и грузов, как для междугороднего сообщения, так и для международного и межконтинентального. Здесь необходимо вспомнить практику французов и англичан под проливом Ла-Манш. К тому же в подобных подземных ветках можно запускать высокоскоростные поезда, учитывая, что токоём будет более качественным, поскольку он будет производиться посредством третьего рельса, а не контактной подвески.

Чтобы познакомиться со следующим представителем высокоскоростного поезда, необходимо снова обратиться к ранее приведённому произведению «Гианэя»: «... Линия шарекса была отсюда — как на ладони. Влажно (так они были отполированы) блестели полукруглые опоры — рельсы. Их геометрическая правильность создавала зрительную иллюзию, что и внизу, где была пустота, они продолжают, замыкаясь невидимой поверхностью, создавая сплошную опору в форме трубы, разрезанной вдоль, — желоба. Потому и назывался этот путь «желобовой дорогой». Но название имело и другую, историческую, причину. Самая первая линия шарекса была действительно построена в виде сплошной полутрубы. Только впоследствии пришли к убеждению, что нижняя часть не нужна, что она даже уменьшает скорость, создавая излишнее трение. Сокращение площади «рельсов» вполне

можно было скомпенсировать увеличением количества шариков на опорной поверхности самого шарекса...» [4]. Поезд будущего «Шарэкс» — не что иное, как монорельсовый шаропоезд, созданный инженером Н.Г. Ярмольчуком в 1932 году. Немного позже, в 1933 году, была построена масштабная модель поезда, которая передвигалась по деревянному закольцованному лотку, протяженностью 3 км. Испытания показали способность модели разогнаться до 70 км/ч. Это давало надежду на то, что полномасштабная конструкция сможет развивать скорость более чем 200 км/ч [5]. К сожалению, в те годы строительство подобной широкомаштабной железной дороги было признано дорогим и нерентабельным. Фрагмент статьи, посвящённой шаропоезду, представлен на рисунке 2 [5].

В настоящее же время идея создания шаропоезда будущего, курсирующего по монорельсовой железной дороге, может быть принята на вооружение, особенно с учётом новых технологических и научных достижений человечества. Шаропоезд также сможет передвигаться под землей, дабы сохранить ресурсы на возведение контактной сети. Однако стоит принимать во внимание проблемы, свойственные любым монорельсовым/одноколейным дорогам, такие как, обледенения рельса (или желоба) и сложность стрелочных переводов. Но разве не было препятствий на пути создания вещей и технологий, прочно вошедших в нашу жизнь?

Так часто бывает, что писатели-фантасты выдвигают, на первый взгляд, совершенно фантастические идеи, но спустя некоторое время, оказывается, что эти идеи, мало того, что имеют место быть, так ещё и вполне осуществимы. Например, в книгах Жюль Верна высказано 108 фантастических идей, среди которых космические аппараты, подводная лодка и другие. В наши дни реализовано 64 выдвинутых им в своих романах идеи, а 34 — считаются принципиально реализуемыми, то есть 91% его проектов предвосхищали многие изобретения, и только 9% являются ошибочными [6].

Немаловажно упомянуть о поистине грандиозных, поражающих своей масштабностью и оригинальностью, идеях и задумках, которые высказывал ещё в 70-х годах XIX века Константин Эдуардович Циолковский, поддержанных, дополненных и развитых такими учёными, как Ф. Дайсон, Г.И. Покровский, Г.Г. Поляков. Эти космические, в прямом значении слова, идеи связаны с различного рода освоением нашей Солнечной системы.

В настоящее время для транспортировки чего-либо в космос, будь то спутник, груз или человек, используется ракетный способ. И, как известно, это способ достаточно дорогой и небыстрый. Константин Эдуардович Циолковский рассказывал о двух других способах выхода за границы земной атмосферы и далее. Эти способы позднее были названы космическим лифтом и космическим мостом.

Необходимо привести небольшое отступление, посвящённое идее К.Э. Циолковского и его последователей



Рис. 2. Фрагмент статьи о русской монорельсовой дороге [5]

о том, что электростанции, вырабатывающие подавляющее большинство электроэнергии для общего пользования должны находиться не на Земле, а в космосе. Тем не менее, будь то солнечная космическая электростанция (КЭС) или ионосферная электростанция (ИЭС), электрическую энергию необходимо доставлять на землю. И именно космический лифт и мост должны выполнять эту задачу.

Итак, космический лифт (КЛ) — инженерная конструкция, идея которой основана на использовании троса, один концом закреплённого на поверхности планеты, а другим — орбитальной станции, находящейся на геостационарной орбите (ГСО). Удержание троса в вертикальном положении осуществляется за счёт центробежной силы. По тросу поднимается несущий полезный груз подъёмник, который будет ускоряться за счёт вращения Земли. К материалу, из которого сделан трос, предъявляются весьма высокие требования: огромная прочность при растяжении (на разрыв) и низкий удельный вес (плотность). По существующим теоретическим расчётам, материалом, удовлетворяющим вышеуказанным требованиям, являются углеродные нанотрубки. [7, 8]

Получается так, что трос в космическом лифте может сыграть роль рельса, а маглев, например, роль подъёмника. К тому же есть другой вариант исполнения КЛ, в котором трос заменён полый башней, касающейся своей верхушкой ГСО. Внутри этой башни также может быть помещён маглев или даже вактрэйн. Ну и, конечно же, на любом космическом лифте может быть размещён кабель,

по которому энергия от КЭС и ИЭС будет передаваться на землю, а также использоваться для питания курсирующего поезда.

После появления задумки о КЛ наиболее подробно сформировалась следующая оригинальная и грандиозная идея космического моста (КМ).

КМ представляет собой сооружение, состоящее из трубчатого корпуса с расположенной внутри замкнутой лентой-маховиком. Корпус может проходить как по всей длине окружности земного шара, так и лишь вдоль её сегмента, причём он (корпус) может изменять свою длину, то есть растягиваться. Допустим, что корпус опоясывает Землю по экватору и прикреплен к поверхности планеты в двух диаметрально расположенных местах. Тогда лента-маховик, расположенная внутри конструкции и приводимая в движения магнитным путём, при своём движении будет создавать центробежную силу величины, способной противостоять гравитационному притяжению корпуса к планете. В этом случае при увеличении центробежной силы, незакреплённые части корпуса будут растягиваться всё больше и больше, отдаляясь от поверхности Земли в космос. КМ должен быть рассчитан так, чтобы при необходимом растяжении незакреплённые части корпуса оказались в той части космоса, к которой нужно было добраться учёным и инженерам, например к КЭС, ИЭС или к Международной Космической Станции (МКС) [7, 8, 9].

В рассмотренном случае КМ имеет форму эллипса, а внутри могут быть размещены маглев или вактрэйн.

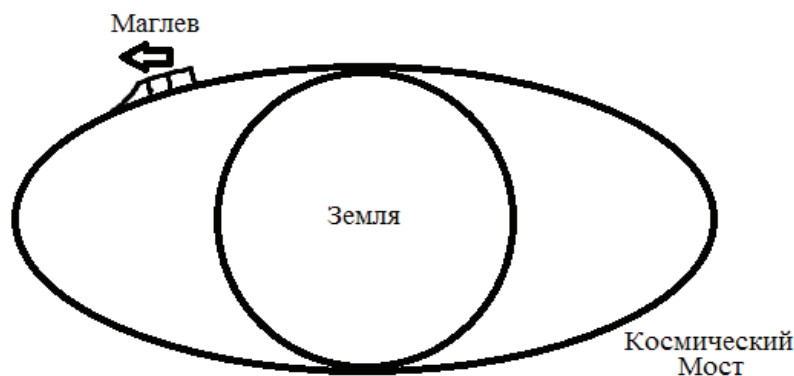


Рис. 3. Возможное исполнение космического моста

Подытоживая, стоит написать, что, несмотря на недостатки различных видов ж/д транспорта, он всё равно останется очень удобным, надёжным и комфортабельным.

А поистине масштабный расцвет железной дороги может обеспечить крупный научный прорыв, связанный с разработкой и внедрением вышеописанных технологий.

#### Литература:

1. Железные дороги. Общий курс: Учебник для вузов / М. М. Филиппов, М. М. Уздин, Ю. И. Ефименко и др.; Под ред. М. М. Уздина. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1991. — 295 с.
2. Официальный сайт ОАО «РЖД». Режим доступа: [www.rzd.ru](http://www.rzd.ru)
3. Алексей Стрелков. Эпоха акробатов [Текст] / Алексей Стрелков // Популярная механика. — 2009, № 6 (80). — С.56–58.
4. Мартынов, Г. Гианзя. — Л.: Детская литература, 1965. — 280 с.
5. New Russian Monorail Runs In Trough On Big Spheres [Текст] // Popular Science. — 1934 (Feb), № 2. — С.41.
6. Соломин, В. А. Основы инженерно-изобретательской деятельности: учебное пособие / В. А. Соломин; ФГБОУ ВПО РГУПС. — Ростов н/Д, 2013. — с. 15.
7. Анатолий Юницкий. В космос... на колесе [Текст] / А. Юницкий // Техника Молодёжи. — 1982, № 6. — С.34–37.
8. Юрий Бирюков. Мы построим лестницу до звезд [Текст] / Ю. Бирюков // Техника Молодёжи. — 1984, № 5. — С.30–34.
9. А. О. Майборода. За энергией ионосферы [Текст] / А. О. Майборода // Техника Молодёжи. — 1984, № 5. — С.34–35.

## Обоснование разработки системы адаптивной подвески (системы активной безопасности) универсального колесно-шагающего экскаватора

Тюрин Ян Игоревич, аспирант;

Мандровский Константин Петрович, кандидат технических наук, доцент

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

*Представлены предпосылки разработки системы активной безопасности колесно-шагающего экскаватора. Приведен пример оценки устойчивости колесно-шагающего экскаватора на крутом уклоне.*

**Ключевые слова:** колесно-шагающий экскаватор, опорный контур, устойчивость, эффективность, система активной безопасности.

#### Введение

Объектом исследования настоящей работы был выбран полноразмерный универсальный колесно-шагающий экскаватор швейцарской марки *Menzi Muck A81*. Данный экс-

каватор состоит из (рис. 1): телескопического экскаваторного оборудования 1, шарнирно закрепленного к кабине 2, которая смонтирована на поворотном круге, установленного на центральной раме 4. К раме шарнирно крепятся четыре теленоги 5 с колесами 3. Так же, устройство шасси



колесно-шагающего экскаватора подразумевает использование регулируемых выносных опор *б* для обеспечения

лучшей устойчивости и позиционирования экскаватора на крутых склонах и прочих участках местности.

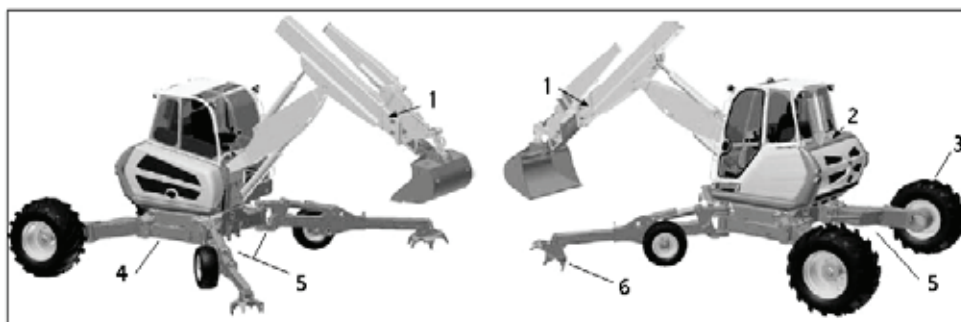


Рис. 1. Универсальный колесно-шагающий экскаватор

### Эффективность колесно-шагающих экскаваторов

Производительность является первостепенным и определяющим фактором, напрямую влияющим на *эффективность* любой дорожно-строительной машины. Исходя из наличия у колесно-шагающих экскаваторов технически сложного шасси с двумя степенями свободы, можно сделать вывод, что колесно-шагающий экскаватор преимущественно предназначен для проведения земляных работ на крутых склонах, в стесненных условиях, в руслах рек и прочих сложных местах эксплуатации. Такая машина предназначена справляться со своей работой там, где не способен будет справиться обычный колесный или гусеничный экскаватор. Ввиду наличия таких условий эксплуатации, возникает вопрос оценки эффективности колесно-шагающих экскаваторов на данных участках местности. Обеспечение устойчивости является одним из

основных показателей эффективности, напрямую влияющих на производительность данных машин [1,2].

Изучение устройства колесно-шагающих экскаваторов показало, что их конструкция не подразумевает в себе использование систем активной безопасности машины при возникновении риска опрокидывания экскаватора. Таким образом, можно предположить, что при эксплуатации колесно-шагающего экскаватора, вся работа по обеспечению устойчивости машины ложится на плечи ее оператора и зависит, по существу, от квалификации машиниста. Предлагаемая система могла бы уменьшить нагрузку на оператора и вероятность опрокидывания машины в любых условиях эксплуатации, повысив этим эффективность и производительность колесно-шагающих экскаваторов.

Последовательность действий работы данной системы можно проиллюстрировать следующей блок-схемой (рис. 2):

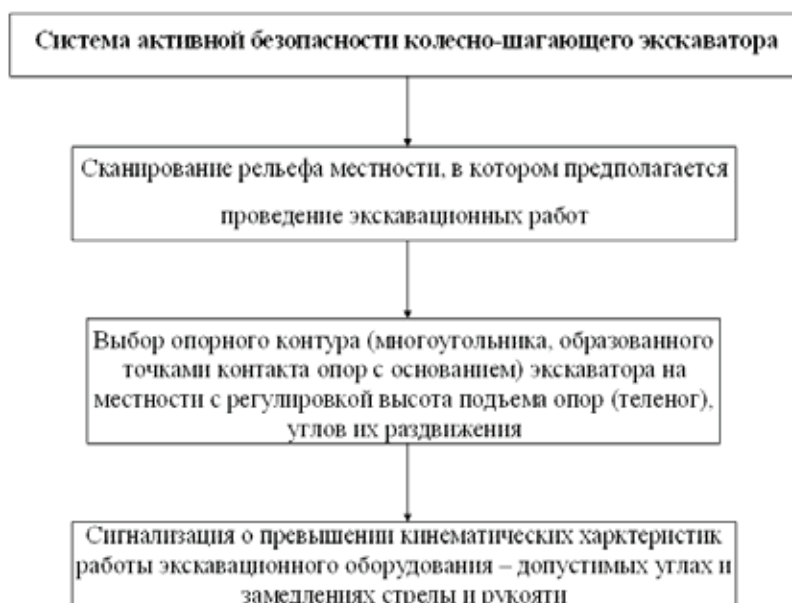


Рис. 2. Последовательность выполнения операций системой адаптивной подвески



Предполагается, что подобная система активной безопасности колесно-шагающего экскаватора будет напрямую взаимодействовать с такими показателями, как углы поворота платформы и подъема стрелы экскаватора. Исходя из данных о пространственном положении машины в текущий момент времени (посредством встроенной системы гироскопа), будущая система активной безопасности будет автоматически подбирать требуемую площадь и конфигурацию *опорного контура* — необходимую для обеспечения устойчивости машины на протяжении всего времени ее эксплуатации на конкретном участке местности.

Для создания подходящего опорного контура система должна располагать данными о граничных комбинациях углов подъема стрелы и поворота платформы, при которых возникает риск опрокидывания экскаватора [1]. Таким образом, создается предел допустимого маневрирования экскаваторного оборудования, о котором оператор может быть уведомлен только на базе предварительных расчетов.

Произведём частичную имитацию функционирования данной системы путём оценки устойчивости колесно-шагающего экскаватора на крутом уклоне. Исследования возможно провести на физической модели, но данная процедура имеет высокую стоимость и занимает много времени, поэтому целесообразно обратиться к компьютерному моделированию. За среду исследования был выбран программный комплекс динамического анализа и проектирования Euler, обладающий необходимыми возможностями моделирования [3].

Задача исследования заключается в регистрации такой комбинации углов поворота платформы и поворота стрелы экскаватора, при которых экскаватор начнет опрокидываться [4].

В качестве примера, рассмотрим расчетный случай устойчивости колесно-шагающего экскаватора, непосредственно демонстрирующий актуальность развития системы адаптивной подвески экскаватора.

Экскаватор занимается землеройными работами, стоя поперек крутого склона в 35 град. (рис.3); имеет расположение лап, образующее границы рассматриваемого варианта опорного контура. Платформа экскаватора распо-

ложена горизонтально относительно поверхности земли ввиду большего удобства для оператора и более благоприятных для устойчивости условиях. В процессе работы экскаватор зачерпывает грунт весом в 200 кг и сбрасывает его вниз по склону.

Зададимся следующими исходными данными:

1. Площадь опорного контура — 8,75 кв.м.;
2. Время проведения испытания — 2 сек.;
3. Число итераций (комбинаций) — 9;
4. Угловая координата стрелы с приращением  $(\alpha_c + d\alpha_c) = 69.0 + 2.9$  (град.);
5. Угловая координата платформы с приращением  $(\alpha_n + d\alpha_n) = 69.0 + 2.9$  (град.);
6. Угловая скорость платформы  $\omega_n(t) = \omega_{n0} + \varepsilon_n \cdot t$ ;
7. Угловая скорость стрелы  $\omega_c(t) = \omega_{c0} + \varepsilon_c \cdot t$ ;
8. Угловое ускорение стрелы  $\varepsilon_c = -1$  (рад/с<sup>2</sup>);
9. Начальная угловая скорость стрелы  $\omega_{c0} = 1$  (рад/с);
10. Угловое ускорение платформы  $\varepsilon_n = -0,5$  (рад/с<sup>2</sup>);
11. Начальная угловая скорость платформы  $\omega_{n0} = 1$  (рад/с).

### Результаты исследования.

Полученные результаты (рис.4) позволяют отметить, что испытание различных сочетаний (комбинаций) углов подъема стрелы и поворота платформы экскаватора (численные значения изменялись с указанным выше шагом) показало, что опрокидывание экскаватора происходит при следующей комбинации угловых координат: угловая координата стрелы  $\alpha_c = -67.5$  град. и угловая координата платформы  $\alpha_n = 66.1$  град. Ввиду небольшой площади опорного контура, период его раскачивания настолько мал, что его не удалось зарегистрировать. Иными словами, фаза раскачивания с последующим возвратом отсутствует, сразу наступает опрокидывание. Следовательно, данный случай требует большой подготовки оператора.

Таким образом, для рассматриваемого варианта опорного контура случаев раскачивания (потери статической устойчивости) зарегистрировано не было. Это связано с большим уклоном опорной поверхности в сочетании с малой площадью опорного контура и высокой позицией

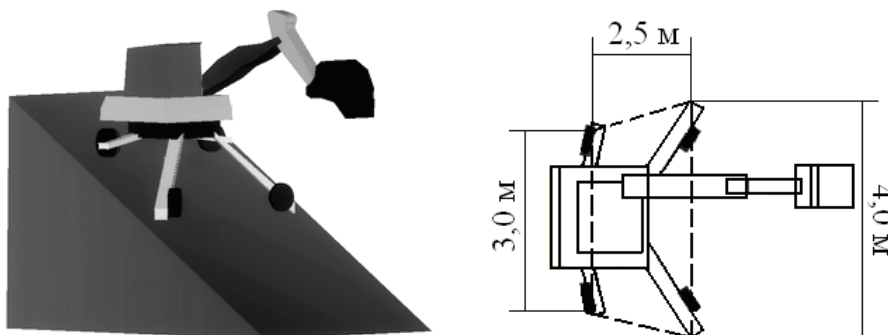


Рис. 3. Экспериментальная модель (слева) и изображение *опорного контура* (справа, вид сверху)

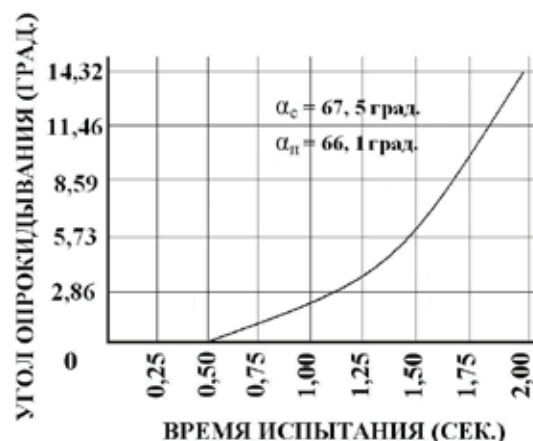


Рис. 4. Кривая опрокидывания

центра тяжести. Даже незначительное раскачивание приведёт к опрокидыванию экскаватора (потере динамической устойчивости). В такой ситуации оператору необходимо более внимательно поддерживать требуемый угол подъема стрелы и поворота платформы, чтобы избежать опрокидывания.

### Выводы

1. Цель системы активной безопасности — исключение возможности опрокидывания экскаватора в режиме транспортных перемещений рабочего оборудования.
2. Предполагаемая система активной безопасности предназначена для автоматизированного подбора площадки и конфигурации опорного контура экскаватора для

конкретных допустимых диапазонов кинематических характеристик движения рабочего оборудования.

3. В процессе оценки устойчивости на уклоне величиной в 35 градусов стало известно, что опрокидывание происходит при следующей комбинации угловых координат: угловая координата стрелы  $\alpha_c = -67,5$  град. и угловая координата платформы  $\alpha_n = 66,1$  град. Стоит заметить, что периода раскачивания (когда еще возможен возврат шасси машины на опорную поверхность) зарегистрировано не было, что говорит о внезапном наступлении неконтролируемого и аварийного случая эксплуатации. В данном случае автоматизированный контроль ситуации при помощи предполагаемой системой активной безопасности был бы актуален и позволил бы исключить аварийную ситуацию.

### Литература:

1. Тюрин, Я. И., Мандровский К. П. Разработка методики оценки устойчивости колёсно-шагающего экскаватора. — Саарбрюккен: ЛЭП Ламберт Академик Пабблишинг, 2015. — 140 с.
2. Карасев, Г. Н., Мандровский К. П. Методические указания к выполнению лабораторной работы «Анализ устойчивости одноковшового экскаватора» по дисциплине «Дорожные машины, включая ПТМ»: метод. указан. к лаб. раб. / Под ред. Коротковой И. А. — М.: МАДИ (ГТУ), 2009. — 23 с.
3. Павлов, В. П. Анализ расчетных положений рабочего оборудования экскаватора в среде SolidWorks — visual NASTRAN // Журнал САПР и графика. — 2007. — № 2.
4. Живейнов, Н. Н., Карасев Г. Н. Устойчивость экскаватора // Вестник машиностроения, 1997. — 150 с.

## Математическое моделирование метода по координатного контроля контактных характеристик автомобиля во время поворота при учете погодных факторов

Щуровский Владислав Анатольевич, аспирант;  
Береснев Алексей Леонидович, кандидат технических наук, доцент;  
Береснев Максим Алексеевич, кандидат технических наук, доцент  
Южный федеральный университет (г. Таганрог)

*В статье рассмотрен основной принцип безопасного прохождения автомобилем поворотов, основанный на природных и механических силах, действующих на автомобиль при изменении направления его движения. А также предотвращение аварийноопасных ситуаций путем расчёта безопасной скорости движения ав-*

томобиля в повороте и заблаговременного безопасного снижения скорости автомобиля, при движении по прямой, еще до начала маневра.

В статье смоделировано влияние погодных факторов на безопасную скорость движения автомобиля. Рассмотрены основные требования к безопасному управлению автомобилем при движении. В статье приведены графики движения автомобиля, полученные при моделировании в программе mathcad версии 15.0.

В статье определяется безопасная скорость движения легкового автомобиля класса В, с давлением в шинах 2,3 атм., вовремя перемещения автомобиля по прямой, а также в повороте. В городских условиях, с ровным асфальтированным дорожным покрытием, в зависимости от таких погодных условий как, нормальные погодные условия (температура 200 С без осадков, влажность 60–70%), дождь, туман и снег. Сила ветра и центр тяжести автомобиля не учитываются. ([1, с. 25]).

За последний (2015) год более 32% аварий в России произошло в связи с влиянием погодных факторов, и недостаточной подготовленностью водителей к ним (Рисунок 1). [1] Задача данной статьи описать влияние основных погодных факторов, таких как, дождь, туман и снег, на коэффициент сцепления шин с дорожным покрытием, а также определить влияние коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием ( $\mu$ ) и траектории движения автомобиля, на безопасную скорость движения автомобиля.

В статье рассматривается безопасная скорость движения легкового автомобиля класса В, во время про-

хождения автомобилем поворота. в городских условиях, с ровным асфальтированным дорожным покрытием, в зависимости от разных погодных условий. Сила ветра и центр тяжести автомобиля не учитываются.

Также рассматривается оптимальное расстояние от начала торможения до начала угла поворота, для безопасного снижения скорости до безопасной скорости движения легкового автомобиля класса В, во время прохождения автомобилем поворота. в городских условиях, с ровным асфальтированным дорожным покрытием, в зависимости от разных погодных условий. Сила ветра и центр тяжести автомобиля не учитываются.

**Основой безопасного прохождения поворота** является скорость с которой автомобиль входит в поворот, а также скорость с которой автомобиль проедет поворот. Безопасная скорость прохождения поворота прямо пропорционально зависит от радиуса кривизны  $R$  траектории движения в повороте, а также от коэффициента сцепления шин автомобиля с дорожным покрытием  $\mu$ . Который, в свою очередь, зависит как от погодных факторов, так и от типа дорожного покрытия (Таблица 1).

**Тип дорожного покрытия** определяется коэффициентом сцепления  $\mu$ , значения которого в обычных условиях варьируется от 0.7–0.9 для сухого асфальта и хорошей резины до 0.03–0.01 на льду. Безопасную скорость движения автомобиля  $V$ , при прохождении поворота



Рис. 1. Круговой график процентного соотношения причин возникновения ДТП на территории РФ за 2015 год

Таблица 1.

Значения коэффициента сцепления в зависимости от состояния и вида дорожного покрытия

Вид дорожного покрытия	Состояние покрытия	Коэффициент сцепления ( $\mu$ )
Асфальт, бетон	сухой	$0,7 \div 0,8$
	мокрый	$0,5 \div 0,6$
	грязный	$0,25 \div 0,45$
Булыжник, брусчатка	сухие	$0,6 \div 0,7$
	мокрые	$0,4 \div 0,5$
Грунтовая дорога	сухая	$0,5 \div 0,6$
	мокрая	$0,2 \div 0,4$
	грязная	$0,15 \div 0,30$
Песок	влажный	$0,4 \div 0,5$
	сухой	$0,2 \div 0,3$
Асфальт, бетон	обледенелые	$0,09 \div 0,10$
Укатанный снег	обледенелый	$0,12 \div 0,15$
Укатанный снег	без ледяной корки	$0,22 \div 0,25$
Укатанный снег	обледенелый, после россыпи песка	$0,17 \div 0,26$

можно рассчитать по формуле:  $V = \sqrt{\mu g R}$ , где  $g = 9.8$  (Рисунок 3).

Расчет оптимального расстояния  $S$  от начала торможения до начала угла поворота, для безопасного снижения скорости до безопасной скорости движения легкового автомобиля можно провести по формуле:  $V1^2 - V2^2 = 2\mu g S$ ,

где  $V1$  — скорость автомобиля до начала торможения,  $V2$  — скорость автомобиля в конце торможения.

**Принцип работы системы** автоматического контроля управления автомобилем во время поворота следующий (Рисунок 2). Навигатор считывает данные о местоположении автомобиля в пространстве и сверяет их с картами,

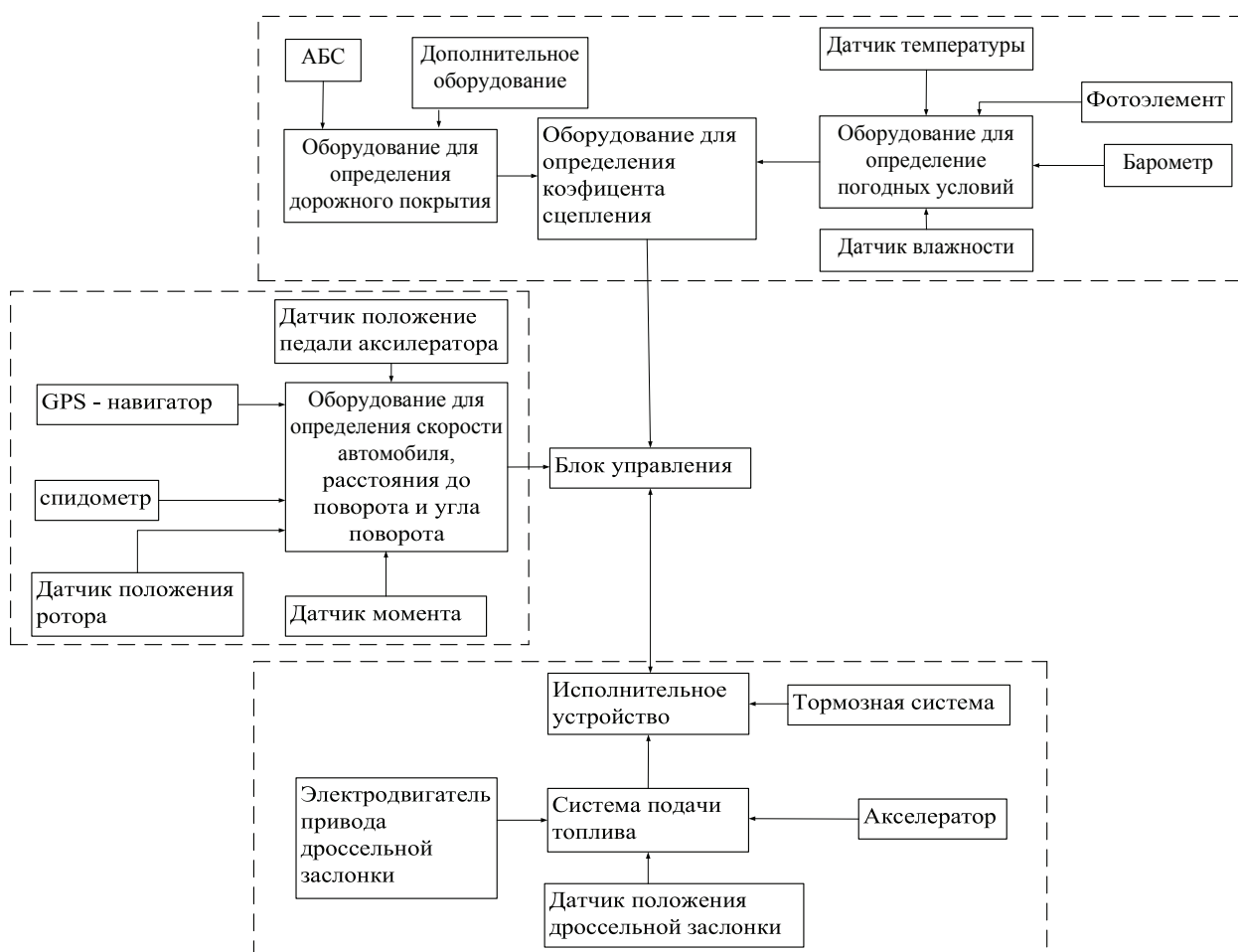


Рис. 2. Структурная схема работы системы автоматического контроля управления автомобилем во время поворота

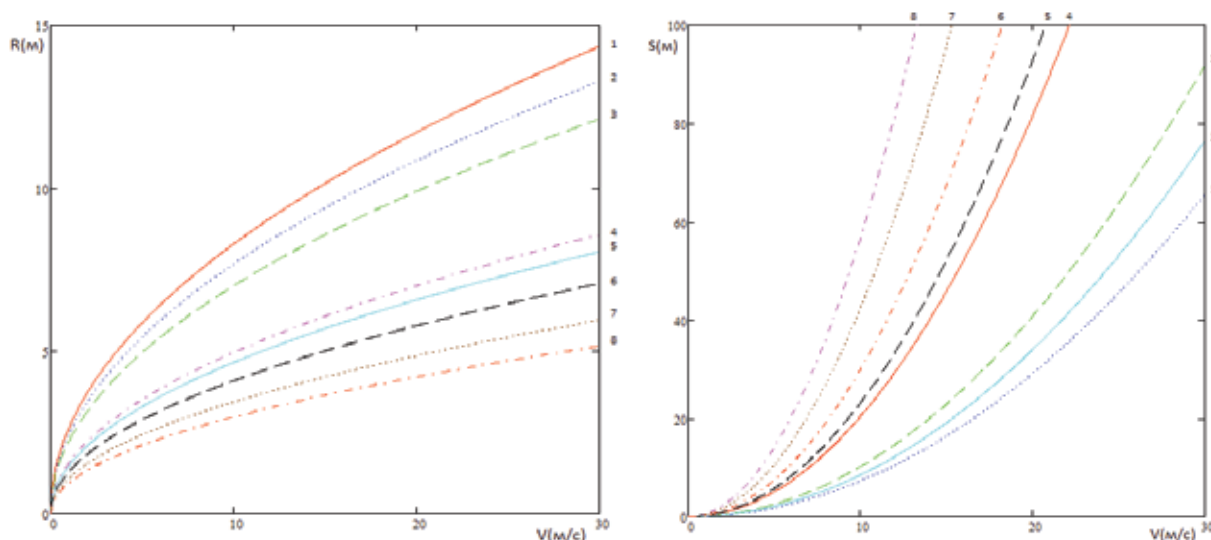


Рис. 3. Слева: график зависимости тормозного пути ( $S$ ) от скорости автомобиля ( $V$ ). Справа: график зависимости безопасной скорости движения автомобиля ( $V$ ) от радиуса кривизны поворота ( $R$ ) и состояния дорожного покрытия: 1 — сухой асфальт, 2 — влажный асфальт, 3 — мокрый асфальт, 4 — грязный асфальт, 5 — укатанный снег без ледяной корки, 6 — укатанный снег обледенелый после россыпи песка, 7 — укатанный снег обледенелый, 8 — асфальт обледенелый

затем водитель вводит конечную точку маршрута в навигатор. Теперь системе известен путь, а именно совокупность прямых и поворотных участков пути, а также радиус поворота, каждого из поворотных участков пути.

Далее система считывает информацию о дорожной ситуации с датчиков, проанализировав информацию система принимает решение.

Если скорость движения автомобиля безопасная система продолжает работать в прежнем режиме, но в случае превышения безопасной скорости, система подает сигнал на исполнительные устройства и в принудительном порядке снижает скорость движения автомобиля до безопасной.

Безопасная скорость будет меняться в зависимости от дорожной ситуации (Рисунок 3).

В данной статье были приведены графики, моделирующие автомобиль при движении, под влиянием погодных факторов.

#### Заключение:

- 1) предложена структурная схема системы по координатного контроля контактных характеристик автомобиля в повороте;
- 2) описано влияние основных погодных факторов на коэффициент сцепления шин с дорожным покрытием;
- 3) рассмотрен принцип работы системы по координатного контроля контактных характеристик автомобиля в повороте и обоснован его практический смысл;
- 4) приведена математическая модель расчетов контактных характеристик микро профиля дорожного покрытия, в зависимости от погодных факторов;
- 5) исследованы контактные характеристики различных типов микро профиля дорожного покрытия, во время поворота и на прямой.

#### Литература:

1. Пшихопов, В.Х., Медведев М.Ю. Оценивание и управление в сложных динамических системах. — М.: Физматлит, 2009.
2. Щуровский, В.А. Математическое моделирование системы безопасного управления автомобилем в повороте // Инновации в сфере жизнедеятельности человека XXI века», Ростов-н/Д Изд-во Юнеско. 2015.



## 10. АРХИТЕКТУРА

### Факторы формирования объемно-планировочных решений реабилитационных центров для онкологически больных детей

Гайдук Альбина Ринатовна, ассистент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

**А**нализ опыта проектирования и строительства специализированных зданий реабилитационных центров разноплановой направленности позволил выявить закономерное и последовательное развитие объемно-планировочного решения таких зданий.

Здания реабилитационных центров для детей находятся в постоянной зависимости от изменяющихся с течением времени требований общества и государства к лечению, реабилитации, обучению и воспитанию. Изучение факторов, влияющих на изменение данных требований, позволило разделить их на внешние и внутренние.

**Внешние факторы** (социокультурные, общественно-правовые, социально-экономические) представляют средовую оболочку, в условиях которой формируются требования в направлении актуализации лечебно-реабилитационных и учебно-воспитательных процессов больных детей.

Социокультурные факторы определяют развитие учреждений реабилитационных центров, через процессы интеграции онкологически больных детей в общество.

Общественно-правовые факторы заключены во влиянии внутригосударственных и общемировых правовых процессов на формирование совершенствования реабилитационной и учебно-воспитательной среды для детей.

Социально-экономические факторы определяют социальную значимость и технико-экономическую эффективность современного строительства учреждений **реабилитационных центров для онкологически больных детей**.

**Внутренние факторы** (медико-социальные, эргономические, антропометрические, средовые, типологические) определяют изменение требований к структуре зданий, а также к качественному насыщению архитектурных пространств.

**Медико-социальный фактор** — комплекс социально-средовых и медицинских параметров, определяющих направление архитектурного проектирования клинко-реабилитационного центра с учетом создания адаптированной среды для больного ребенка.

Изучение медицинского фактора позволяет определить основные характеристики онкологически больных детей, влияющих на формирование архитектурных пространств зданий и внешней среды.

Проведенное социологическое исследование среди семей, имеющих онкологически больных детей выявило отклонения в психоэмоциональном развитии ребенка. В основу исследования положен анкетный опрос. Для оценки результата анкетного опроса применялся статистико-математический метод подсчета с использованием компьютерно-программного обеспечения. В ходе анкетного опроса было выявлено, что из 110 опрошенных семей 96 семьям требуется помощь разного вида.

Изучение *педагогического фактора* позволило выявить два типа пространств архитектурной среды (организованное и неорганизованное), формирование которых связано с пространственно-временными представлениями онкологически больного ребенка.

**Эргономический фактор** представлен исследованием модели движения больного ребенка и сопровождающего параметров детей ростовой групп 104–110 см, которые определяют изменение параметров функциональных зон жизнедеятельности ребенка.

Создание реабилитационной среды для онкологически больного ребенка объединяет как медико-социальные показатели состояния ребенка, так и эргономичность окружающего его пространства. Эргономика, являясь наукой, рассматривается и как междисциплинарное направление. Она объединяет достижения социально-экономических, технических и естественных наук.

Эргономичность окружающей среды определяется рядом факторов: социально психологическими, антропометрическими, психологическими, психофизиологическими, физиологическими, гигиеническими.

Воздействие окружающей среды на каждого отдельного человека сугубо индивидуально. Решающим фактором оптимизации жилой среды для больного ребенка является антропометрия окружающего его пространства. Установлено, что соответствие функциональных размеров и формы объемно-пространственной среды эргономическим антропометрическим признакам человека с ограниченными возможностями ведет к его скорейшей адаптации и, как следствие, быстрой социализации. Поэтому именно антропометрические особенности онкологически больного ребенка являются основой создания эргономичной среды.

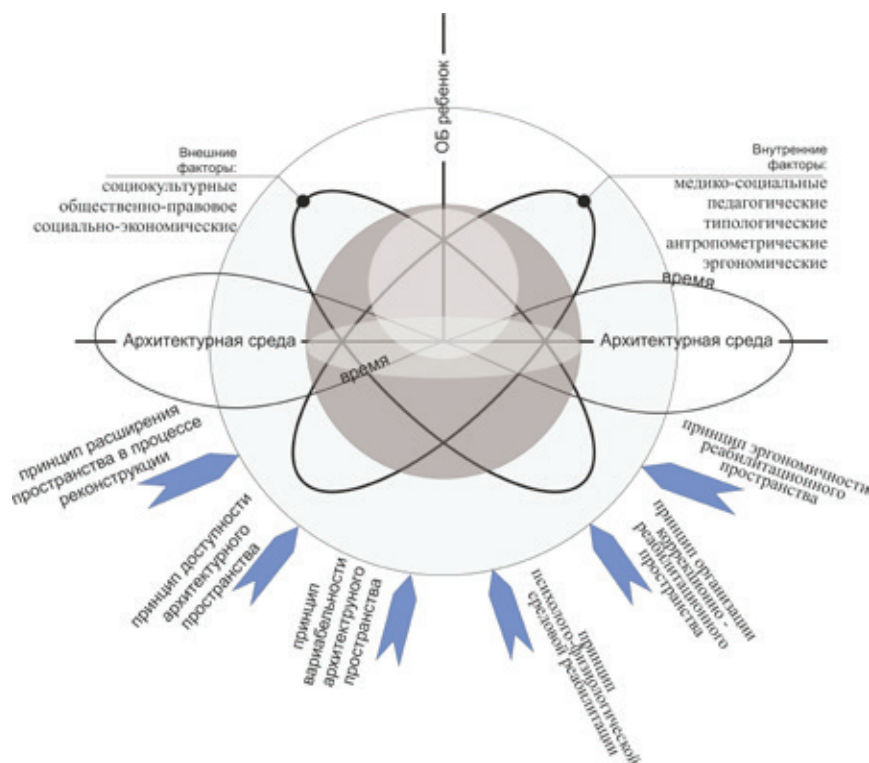


Рис. 1. Влияние факторов формирования и архитектурных принципов на теоретическую модель реабилитационных центров для онкологически больных детей

**Антропометрический фактор.** Анализ нормативных требований к реабилитационному центру для детей России, США и Европы позволил выявить расхождения в антропометрических данных у онкологически больных детей.

Значительные изменения динамических параметров тела у таких детей сводятся к изменению границ рассматриваемых положений (качение, наклонение), диапазону действий. В ходе исследования была использована методическая база антропометрического подхода к проектированию и применен соматографический метод исследования с использованием манекенов ребенка и взрослого.

Временной фактор взросления ребенка определяет формирование пространственной среды вокруг него. Различают три вида пространств: первичное, вторичное, публичное. Виды пространств характеризуются следующими моментами: отдаленность, идентификация, степень контроля этого пространства. Первичное пространство используется наиболее часто и максимально удалено от внешней среды. (в контексте наших исследований — палата). Оно в первую очередь осваивается ребенком и имеет максимальное значение для психологического комфорта. Вторичное пространство больше приближено к внешней среде. Оно используется другими людьми и характеризуется меньшей степенью контроля со стороны одного человека. Публичное пространство представляет собой общественное пространство, которое контролируется с помощью общественных институтов.

**Средовой фактор.** Исследование предложено учитывать состояние психоэмоционального комфорта онко-

логически больного ребенка в реабилитационной среде. Анализ влияния факторов окружающей среды на формирование отделений реабилитационных центров позволил выявить и регламентировать следующие параметры, влияющие на состояние комфорта такого ребенка: микроклимат помещения, цветовые характеристики, освещенность, система навигации, шумовой режим и тактильность среды.

**Типологический фактор.** Проектирование архитектурной среды возможно только при понимании того, что реабилитационная среда является сложной динамичной системой с множественными прямыми и возвратными связями, которая находится в постоянном взаимодействии с окружающей средой. Таким образом, реабилитационную среду с точки зрения архитектурного проектирования можно представить, как систему, основными составляющими которой являются две подсистемы:

- «Архитектура среды» (пространство блоков и отделений реабилитационных центров для онкологически больных детей);
- «Обитатель» (больной ребенок).

Так как архитектура среды обладает подвижностью, а обитатель считается инертной составляющей, возникает проблема моральной неудовлетворенности устаревшими многофункциональными и эстетическими свойствами среды.

Вопрос о типологии пространственной среды реабилитационного центра связан с категорией детей, которые будут наполнять его. Так как это дети-инвалиды после сложного лечения, при передвижении им зача-

стью нужны кресла-коляски, костыли и иные поддерживающие устройства. Кроме того, нередко с онкологически больным ребенком находится взрослый и помогает ребенку в передвижении. Проектируемая среда для ОБ ребенка в клинико-реабилитационном центре должна быть адаптирована под потребности комфортного пребывания ОБ ребенка в ней.

Согласно территориальному размещению реабилитационные центры могут быть подразделены на городской и внегородской. Городской вид локализации подразумевает размещение учреждений в структуре города. Внегородской вид локализации предполагает размещение реабилитационных центров вблизи города или в структуре поселков и сельских поселений (сел).

Анализ территориальной локализации реабилитационных центров показал, что из-за низкого уровня развития транспортной инфраструктуры сообщение с 70% из них возможно лишь посредством индивидуального автотранспорта. В городе большая часть реабилитационных центров размещается вблизи оживленных магистралей.

#### **Заключение.**

Изучение факторов, влияющих на формирование архитектурно-планировочных решений реабилитационных центров для онкологически больных детей, позволило определить функциональные пространства центра, которые активно используются больным ребенком и требуют наибольшей корректировки объемно-планировочного решения.

#### *Литература:*

1. Гусев, А. В. Информационная система в медицине концептуальная модель / А. В. Гусев и др. — Петрозаводск: Карел, науч. — мед. центр СЗО РАМН, 2002. — 7с.: ил.
2. Дэй, К. Места, где обитает душа: Архитектура и среда' как лечебное средство / К. Дэй; пер. с англ. В. Л. Глазычева. М.: Лада, 2000. — 280 с.: ил.
3. Новая жизнь клинической больницы: проект реконструкции и нового строительства лечебных корпусов № № 1, 2, 5 на территории 1 ГКБ им. Н. И. Пирогова / В. Фурсов, В. Ленюк // Архитектура. Строительство. Дизайн. 2004. — № 6 (46). — С.12–14.
4. Пособие по проектированию учреждений здравоохранения: (к СНиП 2.08.02–89): утв. Гипронииздравом 19.12.89. Разд. 2: Стационары / Гос. проект, и науч. — исслед. ин-т по проектированию учреждений здравоохранения «Гипронииздрав». М., 1990. — 29 с.
5. Проектирование больниц / под ред. А. Г. Сафонова. М.: Стройиздат, 1977. — 184 с.

## 12. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

### Экологические особенности заготовки зерновых культур для обеспечения населения безопасной пищевой продукцией

Адилов Бобир Уткирович, инспектор

Государственная инспекция по контролю и надзору атмосферного воздуха Ташкентского областного комитета по охране природы Республики Узбекистан

*Ключевые слова: зерно, пищевая продукция, безопасность, хранение.*

В соответствии с Законом Республики Узбекистан «О качестве и безопасности пищевой продукции» от 30.08.1997 года № 483-I в республике проводится процедура внедрения международных стандартов безопасности пищевых продуктов. В Узбекистане ежегодно вырабатывается и заготавливается от 7,15 до 8 млн. тонн зерна и сельскохозяйственных культур.

Влага в зерне, как в любом живом организме — это среда, в которой совершаются все реакции обмена веществ. При увеличении влажности зерна выше определенного уровня, так называемой кондиционной влажности, в зерне появляется свободная влага, что приводит к активизации жизнедеятельности зерна. Задача сушки заключается, прежде всего, в снижении влажности зерна до кондиционной.

Цель исследований. Изучение особенности обработки зерновых культур и анализ процессов протекающих при их хранении.

Обсуждения результатов. Зерно — хороший сорбент, что объясняется высокой скважистостью зерновой массы и капиллярно-пористой структурой зерновок. Вся зерновка пронизана микрокапиллярами, радиус которых менее  $10^{-5}$  см, и макрокапиллярами, радиус которых более  $10^{-5}$  см, вследствие чего активная поверхность зерна, через которую происходит влагообмен с окружающей средой, в сотни тысяч раз превышает площадь геометрической поверхности зерна.

Процесс сушки протекает быстрее при увеличении удельной поверхности зерна, следовательно, чем мельче зерно, тем интенсивнее оно высушивается. При сушке зерновая масса продувается воздухом или агентом сушки, что возможно благодаря скважистости зерновой массы. Чем выше скважистость, тем легче агент сушки подводится к зерновке и тем интенсивнее и равномернее протекает сушка.

Для некоторых конструкций зерносушилок очень важна скорость питания зерновок — это скорость воздуха, при которой зерно, помещенное в вертикальную трубу, находится под давлением воздушного потока во

взвешенном состоянии. Средние величины скорости питания пшеницы колеблются от 9,0 до 11,5 м/с, ячменя — от 8,5 до 10,5 м/с, кукурузы и гороха — от 10 до 17 м/с. При сушке зерна идет процесс его обезвоживания и нагрева. Учитывая то, что зерно — живой организм, важно знать его термоустойчивость, т.е. способность сохранять в процессе сушки семенные и продовольственные свойства.

Нагрев зерна по-разному влияет на содержащиеся в нем органические вещества (белки, углеводы, жиры, ферменты, витамины). Более устойчивы к нагреву углеводы и жиры. При влажности зерна 14% они выдерживают нагрев до 60–65°C. При более высокой влажности или температуре начинается процесс декстринизации крахмала, приводящий к ухудшению цвета муки и разложению жиров, в результате чего происходит повышение кислотного числа жира.

Белковые вещества более чувствительны к нагреву. Изменения связаны со сложными биохимическими преобразованиями белкового комплекса зерна, приводящими к денатурации белков, потере ими способности поглощать воду.

По характеру использования зерносушилки делятся на стационарные и передвижные. Стационарные монтируются в отдельно стоящих зданиях или специальных помещениях. Достаточно широкое распространение получили стационарные зерносушилки открытого типа, у которых только топка и некоторое оборудование защищаются от атмосферного воздействия. Передвижные зерносушилки монтируются на различных шасси.

Ко всем типам зерносушилок предъявляют следующие основные требования:

- обеспечение требуемого снижения влажности и сохранение качества зерна;
- охлаждение зерна после сушки; исключение механического травмирования зерна;
- удобство обслуживания и эксплуатации; соответствие требованиям охраны труда, противопожарным требованиям и санитарным нормам;

- полная механизация всех работ, связанных с сушкой;
- оснащение приборами для контроля и регулирования процесса сушки;
- экономичность по удельным расходам теплоты, электроэнергии, эксплуатационным затратам;
- максимальная универсальность, обеспечивающая высококачественную сушку зерна различных культур;
- минимальная масса, габаритные размеры и высокая прочность передвижных зерносушилок.

Согласно действующей инструкции максимальный нагрев семян пшеницы, ржи, ячменя, подсолнечника, гречихи, проса, овса не должен превышать 40°C, а температура агента сушки — 70°C. При сушке бобовых культур и риса-зерна нагрев семян не должен превышать 35°C, а температура агента сушки — 60°C. При сушке семян влажностью выше 19% применяют ступенчатый режим, при этом снижают предельную температуру нагрева семян в первой зоне на 5°C, а температуру агента сушки — на 10°C.

Обеспечение населения безопасными пищевыми продуктами выращенных в сельском хозяйстве может достигаться путем соблюдения технологических регламентов, гигиенических и фитосанитарных требований по выращиванию, сбору (заготовке), хранению и переработке сельскохозяйственных культур.

С экологической точки зрения перспективным направлением в защите растений является применение биологического и физического приемов снижения развития патогенов. Перспективным направлением в данной области является также применение озонирования.

Озон является одним из наиболее сильных антимикробных агентов и имеет ряд бесспорных преимуществ по сравнению с другими обеззараживающими агентами. Кроме того, технологии применения озона — экологически чистые. При проведении фитоэкспертизы семян озимой пшеницы установлено, что обработка озоном по-разному влияет на микрофлору зерна. Результаты микологического анализа показали, что на зерне озимой пшеницы сформировался определенный состав патогенной микрофлоры. Обработка только озоном приводит к снижению заселенности приведенными грибами, но незначительно [1].

Озон обладает бактерицидными, вирулицидными, фунгицидными и спорицидными свойствами в зависимости от концентрации и экспозиции. Высокая химическая активность озона обусловлена его окислительными свойствами. Озон взаимодействует с мембранной структурой

клетки бактерий, грибов, структурной единицей вирусов, что приводит к нарушению ее барьерной функции и их гибели. Однако нами было установлено, что обработка пшеницы может вызывать активацию процессов её прорастания. Механизм воздействия озонированного воздуха на зерновку очень сложен, необходимо создать выход озона, достаточный для уничтожения грибной инфекции, но не оказывающий губительного влияния на зерно. Поэтому необходимо определить влияние обработок озоном на качественные показатели пшеницы: количество и качество клейковины; энергию прорастания и всхожесть; электропроводность. [2].

Основываясь на дезинфицирующих, дезинсектирующих, стимулирующих и окислительных свойствах озона, проводились исследования по ингибированию патогенной микрофлоры физическими способами, в частности, полем отрицательного коронного разряда (ПОКР) и озоном, а также биологическим препаратом Биофит — 3. Выявлялось влияние комплексной обработки зерна озимой пшеницы физическими и биологическими факторами на состав патогенной микобиоты в процессе хранения зерна [3].

Комплексное обеззараживание подавляет колоний грибов в разных режимах обработки. Комплексное воздействие физических и биологических факторов, приводят к снижению зараженности зерна пшеницы патогенной микобиотой [4].

В настоящее время предложено технология хранения зерна в гибких шлангах — это эффективная и в то же время гибкая, не требующая значительных затрат технология хранения в пластиковых рукавах. Рукава имеют диаметры от 1,50 м. до 3,60 м., длину от 30 м. до 150 м. Любой вид сельскохозяйственного корма, а также зерно могут быть сохранены в мешках. Технология заключается в хранении зерна в герметичных пластиковых рукавах, где респираторный процесс компонентов, попадающих с потоком зерна в мешок — грибов, насекомых, и т.д., поглощает кислород ( $O_2$ ) и генерируют углекислый газ ( $CO_2$ ). Эта новая атмосфера, насыщенная  $CO_2$  и обедненная  $O_2$ , прекращает, инактивирует или сокращает способность к воспроизведению и/или развитию насекомых и грибов, а также собственную активность зерна. При использовании технологии достигается оптимальная плотность в анаэробных условиях [5].

Таким образом, использование экологических методов обработки и хранения зерновых должно исключить использования применения пестицидов, которые являются фактором влияющее на безопасность пищевой продукции.

#### Литература:

1. Ташланова, С. И. «Экологически безопасные методы защиты зерна при хранении» ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь, Россия, Электронный ресурс: <http://www.scienceforum.ru/2013/pdf/7619.pdf>, (дата посещения 09.12.2015 год).
2. Авдеева, В. Н., Безгина Ю. А., Любая С. И. «Влияние обработки озоном на физиологические параметры пшеницы // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 2.



3. «Подавление патогенной микрофлоры зерна озимой пшеницы при хранении»: дисс. Канд. С. — х. Наук. / В. Н. Авдеева. — Ставрополь, 2009, С.141.
4. Авдеева, В. Н., Безгина Ю. А. «Экологические способы подавления развития грибной инфекции на зерне пшеницы при хранении», Электронный ресурс: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/agriculture-412/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-412/15428-412-0174> (дата посещения 01.12.2015 год).
5. «Технология хранения зерна в шлангах», Электронный ресурс: <http://www.agroserver.ru/b/tekhnologiya-khraneniya-zerna-v-gibkikh-shlangakh-50184.htm> (дата посещения 30.11.2015 года).

## 13. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

### Внеаудиторная научно-исследовательская работа студентов «Берегите землю» как метод развития и поддержания интереса к изучаемой профессии техник-эколог

Гуляева Лилия Владимировна, студент;  
Егоренкова Дарья Витальевна, студент;  
Долотов Мирослав Владимирович, студент;  
Байков Андрей Александрович, студент;  
Сигарева Анастасия Сергеевна, студент;  
Собинова Шохина Комильжоновна, студент;  
Борикун Татьяна Николаевна, студент;  
Беликов Роман Алексеевич, студент;  
Майорова Анастасия Андреевна, студент  
Научный руководитель: Коргина Анита Владимировна, преподаватель иностранного языка  
Дмитровский институт непрерывного образования государственного университета «Дубна»

*Берегите эти земли, эти воды,  
Даже малую былиночку любя,  
Берегите всех зверей — внутри природы,  
Убивайте лишь зверей внутри себя...?*

*Евгений Евтушенко*

Мы стремимся сохранить природу в первозданном виде, чтобы передать потомкам в целостности и сохранности здоровый воздух, чистую воду и благодатную почву. Но к сожалению экологическая ситуация на планете складывается все хуже и хуже год от года.

И действительно, проблема охраны и рационального использования природных ресурсов является в настоящее время сферой интересов и деятельности государственных органов, общественных организаций, в том числе и библиотек.

Все растения, животные, микроорганизмы тесно взаимосвязаны друг с другом, а человек может все разрушить, хотя сам является частью природы. Например, беднеют земные недра, загрязняется вода, меньше становится лесов, и все меньше остается места для животных на земле. Ученые утверждают, что в результате загрязнения среды обитания на Земле останется из растений — одуванчик, из животных — крыса, из птиц — ворона, из насекомых таракан. Если осушить болота, то исчезнут места гнездования уток, стаи бобра и ондатры, а если срубить спелые кедровники — лишатся корма соболей, белка, глухарь и другая полезная живность.

Страшно подумать, какой однообразной будет наша жизнь!

Для этого мы не должны допустить, чтобы люди направляли на свое собственное уничтожение те силы природы, которые они сумели открыть и покорить. Природа, которая дает нам все для жизни, требует от нас бережного отношения к себе.

Наша помощь заключается в экологическом просвещении и воспитании детей, подростков и взрослого населения. Так как воспитание бережного отношения к природе, формирования чувства ответственности за все живое складывается с детства. 26 сентября в Ольховском участковом лесничестве, квартале 25 на 4,1 гектар был заложен хвойный лес — высажено 14640 семян сосны и ели. Посадочный материал — семена ели, были выращены на землях Дмитровского лесного питомника, семена сосны — на землях Ульяновского лесного питомника.

На посадку леса вышли воспитанники школьных лесничеств, учащиеся школ, гимназий, студенты, педагоги, и родители, местные жители и гости Дмитровского района — всего более 130 человек. Работали дружно, старались маленькие семена крепче прижимать к земле, чтобы прижились.

Мы слишком долго брали от природы и не задумывались, что ее богатство и щедрость не вечны, что брать их надо разумно, расходовать бережно.

Так давайте беречь все, что окружает нас, приумножить, любить свою Землю.

Там, где вода, там и жизнь — эта простая истина, рожденная на Востоке, стала расхожей фразой, точно отражающей взаимосвязь между водой и жизнью. На Востоке всегда ценили и ценят воду. Недаром о ней говорят: «Земля — казна, вода — золото», «Вода — кровь дехканина, земля — его душа», «Капля по капле — озеро, нет капель — пустыня». «Влагу нужно беречь как зеницу ока» — воспитывают сызмальства будущего кормильца семьи.

В этой связи невольно напрашиваются вопросы: а много ли воды на нашей планете, хватает ли ее вдоволь для нужд человека и порожденной им цивилизации? Ответ на эти вопросы можно почерпнуть в обзоре экспертов-экологов, недавно опубликованном в издающемся в Париже журнале «ЮНЕСКО рисорсиз». В нем отмечается, что 97,5 процента водных ресурсов нашей планеты содержат соль, и в таком виде непригодны для употребления человеком. Остающиеся 2,5 процента приходятся на пресную воду, которая используется человеком для питания, удовлетворения потребностей сельского хозяйства, промышленности и других целей. Но доступ к этим ресурсам пресной воды осложнен из-за их нахождения в различных, порой труднодоступных природных средах. Две трети пресной воды сосредоточены в ледниках и постоянном снежном покрове, остальная часть содержится в водах озер, рек, болот и «подземных кладовых» (грунтовые воды).

А между тем человечество с каждым годом потребляет все больше и больше поистине бесценной влаги. Ученые-экологи подсчитали, что в 1995 году земляне «выпили» 2300 кубических километров пресной воды. Большая часть этого объема была использована на нужды сельского хозяйства и промышленности. На долю земледелия приходится ныне в пять раз больше воды, чем в начале века. Промышленность же расходует ее в 26 раз, а муниципальные объекты (главным образом городское хозяйство) в 18 раз больше, чем на заре столетия.

Загрязнение водных источников, в частности в странах Азии и Африки, наносит огромный вред здоровью людей. Подсчитано, что от употребления такой воды в развивающихся странах ежегодно умирает 3,3 миллиона человек. Многие миллионы жителей страдают от кишечных заболеваний. В Африке миллионы людей заболевают холерой и тифом.

Большое значение для рационального использования водных ресурсов, как считают ученые-гидрологи, имеет расширение знаний о них, более глубокое исследование имеющихся на планете запасов воды, пригодной для удовлетворения нужд человека. С этой целью Всемирная Метеорологическая Организация (при поддержке ЮНЕСКО и Всемирного банка) выдвинула предложение о создании международной организации, задача которой заключалась бы в сборе данных о наличии в мире ресурсов пресной воды и выработке рекомендаций по их разумному использованию человеком, промышленностью и сельским хозяйством.

Сегодня человек окружен множеством вещей: автомобилями, компьютером, всевозможными электронными устройствами, кирпичными домами, металлическими конструкциями... Асфальт, бетон, металл... Это всё, конечно, нужно и необходимо, но неужели природа не вписывается в этот перечень рациональных элементов жизни? Прогресс даёт человеку множество эффективных изобретений, но всё больше отдаляет его от живой природы.

Все мы являемся частью живой системы на планете Земля. Наши предки жили практически под открытым небом и соприкасались с окружающим миром каждый день. Мы же отгородились от этого мира пластиком, сталью и железом, и эта искусственная изоляция угнетает нас, отрицательно влияя на здоровье.

В современном мире все суетятся и торопятся куда-то, не замечая красоты того, что нас окружает. Некоторые современные люди стремятся посетить много стран, чтобы увидеть красивые места. Но часто прекрасное находится совсем рядом. Это всё, что нас окружает: и синица, прилетевшая к тебе на балкон, и берёзка, растущая во дворе, и первая капель, предвещающая начало весны, и первый снег, и осенний листопад, и дождь, и радуга, и солнце, и наполненный звуками лес...

Мне страшно представить, что безмятежному счастью общения человека с природой может угрожать опасность. И зачастую Человек сам представляет собой такую опасность.

Гибнут реки, леса, животные, птицы, загрязняется воздух. Губя природу, человек порой не осознаёт, что гибнет сам. Бесконечные призывы о бережном отношении к природе звучат с детства, но почему-то люди думают, что это лишь красивые лозунги, и природа сама справится со своей болью. А ведь когда-то человек полностью зависел от всего, что его окружало, находясь в полном согласии с окружающей средой и почти не влияя на её жизнь, подчиняясь во всём её власти. Но постепенно люди стали высвобождаться от этой зависимости. Началось всё с неразумной охоты — зверей убивали больше, чем нужно было для поддержания жизни. Потом люди стали выжигать леса, чтобы высвободить участки земли под посевы. Конечно, долгое время все эти действия не наносили большого ущерба природе, которая успешно «зализывала» раны, обладая способностью к самовосстановлению. Но человек не останавливался: добывая полезные ископаемые, он срезал до основания горы и выкачивал нефть. Под землёй образовывались обширные пустоты, тем самым нарушалось равновесие земной коры. Заботясь об орошении засухливых земель или получении электроэнергии, люди возводили плотины на реках, создавали искусственные водохранилища, меняли направление течения рек. Всё это оказалось далеко не безвредным, и сегодня такие изменения представляют собой уже реальную угрозу и ведут к экологическому кризису.

Хищник, преследуя жертву, хочет одного — наестся. Он не убьёт больше, чем ему нужно. И в этом заключа-

ются гармония и равновесие. Человек же уничтожает всё: ему нужно всё больше и больше.

Люди, одумайтесь! Перестаньте разрушать землю! Ведь это наш дом! И мы обязаны передать его своим детям чистым и красивым! Сколько стихов посвящено красоте природы, сколько произведений написано об её величии и щедрости, сколько пейзажей создано великими художниками! Значит, человек восхищается природой, гордится ею. Но почему же при этом убивает её и причиняет боль? Человек решил, что он сильнее природы, что он непобедим. Если наступление на природу не прекратится, то может наступить экологическая катастрофа. Сумеет ли человечество справиться с этой бедой? Вряд ли.

Берегите Землю! Берегите!

Жаворонка в голубом зените,  
Бабочку на стебле повилики,  
На тропинке солнечные блики,  
На камнях играющего краба,  
Над пустыней тень от баобаба,  
Ястреба, парящего над полем,  
Ясный месяц над речным покоем,  
Ласточку, мелькающую в жите  
Берегите Землю, берегите!  
Берегите Землю, берегите!  
Чудо песен городов и весен,  
Мрак глубин и волю поднебесной,  
Откровение земли и неба —  
Сладость жизни, молока и хлеба,  
Берегите молодые всходы  
На зеленом празднике природы,  
Небо в звездах, океан и сушу

#### Литература:

1. <https://plus.google.com>posts>
2. Сезоны-года. pdf.
3. Ex.php/menu-texts/9-pravila-povedenija-na-prirode
4. <http://uchim.oralsochinenija/na> — temu- beregite prirodu
5. vsedz.ru>beregite-rochuyu-prirodu
6. [www.geo.ru/priroda](http://www.geo.ru/priroda)
7. sbio.info>beregite\_prirodu\_ona\_nuz
8. dmitrovskiy.m.mosoblles.com>news

И в бессмертье верящую душу, —

Всех судеб связующие нити.

Берегите Землю, берегите!

А ведь людей иногда тянет хоть на короткое время вырваться в лес, на речку, к морю, в горы... Это всегда считалось лучшим отдыхом и способом восстановления сил, сохранения здоровья. Всё это происходит потому, что человек порождён природой, он её часть. Да, ритм нашей жизни ускорился, и рутина ежедневных забот поглощает нас, заставляя забывать о простых радостях и желаниях. Тем не менее, не стоит ограничивать себя в общении с природой, пусть даже это будут элементарные поступки и события. Надо уметь радоваться дарам природы: весенней зелени в парке, первому лучу несмелого солнца, просто покормить голубей или, в конце концов, выбраться на пикник к реке, отправиться всей семьёй за грибами. И при этом помнить, что мы и природа едины, поэтому надо беречь её, охранять, заботиться.

Нетронутых уголков на нашей планете остаётся с каждым годом всё меньше, и мы не отдаём себе отчёт в том, что постепенно привыкнем к отсутствию живой природы вокруг. Неужели мы оставим нашим детям железобетонный искусственный мир, и это станет нормой? Надо чаще наслаждаться естественной красотой Земли, пока есть такая возможность. А потом вдруг люди одумаются и начнут вкладывать миллионы в фонды по защите лесов и восстановлению флоры и фауны. Так зачем разрушать и губить то, что уже нам подарено, а потом опять восстанавливать всё это? Давайте будем благоразумными и сохраним наш Дом здоровым, полезным, чистым и красивым!

## Обзор современных методов очистки резервуаров от нефтяных остатков

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;

Конашева Еркесулу Абатовна, магистрант;

Утегалиев Арнат Темирбекович, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск)

*В статье проанализированы современные методы и способы очистки резервуаров от донных нефтяных отложений. Также авторами предложен наиболее эффективный метод очистки резервуаров от нефтяных остатков.*

**Ключевые слова:** резервуар, очистка, размыв осадка, нефтешлам, разогрев, моющее средство, дегазация, отбор, загрязнение, нефть.

Во всех добываемых нефтях в процессе транспортировки и хранения происходит выпадение осадков. Образование осадков в нефтяных емкостях приводит к снижению полезного объема, возникновению коррозионных разрушений, затруднению обследования состояния емкости. Для эффективной борьбы с отложениями необходимо выяснить сущность, а также установить основные закономерности этого процесса.

Образование осадка в емкостях связано с выделением и последующим осаждением твердой фазы. Выделение твердой фазы зависит от физико-химических характеристик нефти, температуры и ряда других факторов, а интенсивность накопления осадков зависит от конструктивных и технико-эксплуатационных особенностей емкостей.

При длительном хранении нефти различной плотности и вязкости с учетом постоянно меняющегося температурного режима хранения, вызванного переменой климатических условий, на днище и стенках резервуара про-

исходит скапливание отложений. Нефтеосадки внутри резервуара распределяются неравномерно.

Ручная очистка резервуаров от нефтешламов остается наиболее распространенным методом очистки. Однако, применение ручного метода очистки нефтяных резервуаров имеет следующие недостатки:

- Значительный риск для здоровья и безопасности людей, производящих очистку резервуаров ручными методами;
- Вывод емкости из эксплуатации;
- При ручной очистки происходит загрязнение окружающей среды (водного и воздушного бассейнов и почвы земли);
- Объем нефтеотходов создает проблемы с их последующей транспортировкой, захоронением, повторной переработкой и обезвреживанием.

Регулярная очистка нефтяного резервуара от нефтешлама является технологически обязательной операцией. Общая схема очистки представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Общая схема очистки резервуара

Самым трудоемким и требующим соблюдения повышенных требований по безопасному ведению работ является подготовительный процесс по откачке отложений. Для выполнения этих работ применяют следующие способы [1]:

1. Использование струи воды с высоким давлением для размыва отложений.
2. Размыв осадка нефтью.
3. Разжижение осадка с помощью растворителей.
4. Разогрев донных отложений теплоносителями.

Способ размыва водой относится к самым дешевым, более быстрым и относительно безопасным способом подготовки отложений к откачке. Таким способом производят очистку топливных резервуаров. Для этой технологии предусматривается использование автономных размывающих головок, которые устанавливаются в резервуаре и размывают осадок струей воды под давлением. Данный способ имеет ряд существенных недостатков. Для размыва отложений в топливных резервуарах упрощенно используют ручные брандспойты или гидромони-



торы. В воду добавляют различные химические вещества с целью лучшего отделения осадка от стенок и дна топливного резервуара. Размытые отложения откачивают шнековым насосом для последующей фильтрации и переработки в емкость для отстоя.

При втором способе очистка резервуаров от нефтешламов производится нефтяными гидромониторами в закрытом резервуаре. Для этого разогретую струю нефти под давлением направляют на отложения, размывают и перемешивают их с последующей откачкой для отделения твердых фракций. После удаления механических примесей нефть опять разогревают и подают на монитор.

Третий способ предусматривает применение растворителей для разжижения донных отложений при помощи химических веществ. Эти вещества вводятся в осадок и вследствие химических реакций разжижают его до текучего состояния. Полученная суспензия откачивается в отстойник для специальной переработки.

В условиях нефтяного месторождения, предусматривающее технологические процессы сбора, накопления, хранения и транспортировки нефти в резервуарах различного назначения и конструктивного исполнения, может быть использован способ разогрева резервуара теплоносителем. Применение такого способа возможно для круглогодичной очистки нефтяных резервуаров от отложений, преимущественно в зимний период при отрицательных температурах окружающей среды. Процесс очистки включает разогрев резервуара теплоносителем, подачу размывающего агента, разжижение и перемешивание донных отложений, отвод и транспортировку разжиженных отложений на стадию переработки. При этом разогрев внутреннего объема резервуара и донных отложений до плюсовой температуры и поддержание положительной температуры в течение всего технологического процесса очистки осуществляют посредством подачи под давлением водяного пара с использованием парогенератора, а размыв, разжижение и перемешивание отложений осуществляют с использованием дистанционно управляемых роботизированных пушек, снабженных системой видеонаблюдения и освещения, помещаемых внутрь резервуара через нижние технологические люки. Отвод разжиженных отложений осуществляют насосами, установленными на самопередвижные установки с дистанционным управлением, также помещаемыми внутрь резервуара через нижние технологические люки. Размыв и перемещение осуществляют размывающим агентом в зависимости от температуры окружающей среды до  $310^{\circ}\text{C}$  под давлением от 1,0–10,0 МПа [2].

Существуют и другие методы очистки резервуаров: механизированный и химико-механизированный способ очистки с применением моющих средств.

Механизированный способ очистки осуществляется подачей горячей воды под давлением через специальные моечные машинки (гидромониторы), пропаркой поверхности резервуаров в течение нескольких суток перегретым паром и последующей механической

очисткой, или же с помощью аппаратов струйной абразивной очистки. Такой способ очистки значительно сокращает время очистки, уменьшает простой резервуара, уменьшает объем тяжелых операций, вредных для здоровья человека, и снижает стоимость процесса очистки резервуара. К недостаткам механизированного способа очистки резервуаров следует отнести большой расход тепловой энергии на подогрев холодной воды, необходимость откачки загрязненной воды на очистные сооружения, сравнительно большие потери легких фракций из нефтеостатков.

Суть химико-механизированного способа в том, что очистка резервуаров производится с помощью растворов моющих средств, улучшающих отделение осадка от стенок, дна и внутренних конструкций резервуаров. Применение данных растворов способствует повышению качества очистки, интенсивности процесса очистки, характеризуется незначительной степенью применения ручного труда. Основными недостатками способа, которые ограничивают возможности его практического применения, являются дороговизна используемого специального реагента, необходимость дальнейшей очистки растворов моющих средств и утилизации реагента [3].

Кроме того, существуют комбинированные способы очистки емкостей и резервуаров. Комбинированный способ очистки предусматривает:

- размыв моющим раствором нефтешламовых отложений, накопленных на днище резервуара;
- смыв моющим раствором остатков нефтепродукта (нефти) со стенок резервуара;
- отбор (откачка) нефтешлама, получаемого в процессе размыва отложений со дна резервуара, в емкость временного хранения;
- отделение нефтепродукта (нефти) от моющего раствора и механических примесей;
- закачка выделенного нефтепродукта (нефти) в автоцистерны, трубопровод или емкости;
- дегазация резервуаров и емкостей с применением принудительной напорной вентиляции;
- механизированная зачистка внутренних поверхностей резервуаров и емкостей;
- ручная доочистка внутренних поверхностей резервуаров и емкостей;
- сбор отходов в накопительных быстросборных емкостях.

К одному из перспективных методов удаления нефтешламов относится универсальная передвижная автоматизированная система SUPERMACS (СуперМакс). Система предназначена для очистки резервуаров технологического оборудования с утилизацией нефтешламов.

Вариант решения проблемы очистки нефтяных резервуаров является предотвращение накопления осадков.

Наиболее рациональным методом из существующих по борьбе с накоплением донных осадков в нефтяных резервуарах, являются гидравлические системы размыва. В целях предотвращения накопления на днище

резервуара осадков, а также для их удаления должны устанавливаться размывающие системы или винтовые мешалки [4].

Одним из типов размывающей системы является система размыва и предотвращения накопления осадка, состоящая из группы пригруженных веерных кольцевых сопел, обвязывающих их трубопроводов, насосного агрегата. Осадок размывается распространяющейся по днищу резервуара нефтью в виде веерной струи.

В процессе длительного накопления структура осадка изменяется. Он переходит из рыхлого состояния в уплотненное. Следует не допускать образования уплотненного осадка на днище резервуара.

Предотвращение накопления осадка следует осуществлять включением системы размыва по графику при высоте рыхлого осадка не более 10 см. Наиболее эффек-

тивный размыв рыхлого осадка происходит при расходе нефти (150–250) м<sup>3</sup>/ч на одно сопло.

При образовании в резервуаре уплотненного осадка его следует размывать прокачиванием нефти через систему в течение нескольких последовательных циклов заполнения и опорожнения. Наиболее эффективный размыв уплотненного осадка происходит при расходе нефти (200–300) м<sup>3</sup>/ч на одно сопло.

Однако накопление осадков не всегда удается предотвратить. В этом случае применяют различные способы очистки. И наиболее эффективным методом очистки является химико-механизированный, заключающийся в использовании растворителя парафина в сочетании с перемешиванием и подогревом осадков. Подобная технология сокращает затраты времени и труда и позволяет извлекать из осадков углеводородную часть.

#### *Литература:*

1. Кононов, О. В. Анализ и классификация существующих способов борьбы с отложениями в нефтяных емкостях / О. В. Кононов, Б. Н. Мастобаев // История науки и техники. — 2010. — № 6. — С. 60–68.
2. Способ очистки резервуаров, предназначенных для хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов при отрицательных температурах окружающей среды: пат. 2548077 Рос. Федерация: МПК7: B08B9 / 093 / Р. Р. Рамазанов, И. А. Малыхин [и др.]; заявитель и патентообладатель Миррико Холдинг ЛТД (VG). — № 2013110766/13; заявл. 12.03.2013; опубл. 18.03.2015
3. Лерке, Г. Э. Исследование и разработка системы размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка в нефтяных резервуарах большой емкости: автореф. дис. канд. техн. наук. — Уфа: ВНИИСПТнефть, 1981. — 25 с.
4. Совершенствование систем предотвращения накопления донных нефтяных отложений в резервуарах большой вместимости / В. Н. Александров, В. А. Галканов, Б. Н. Мастобаев [и др.] // Нефтяное хозяйство. 2001. — № 2. — с. 70–72.

## 14. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

### Системы мониторинга в управлении эффективностью и техническом аудите дорожных машин

Мандровский Константин Петрович, кандидат технических наук, доцент  
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

*Представлена оценка функциональных возможностей мониторинговых систем в управлении эффективностью техники. Приведен подход к назначению критериев эффективности. Рассмотрены направления мониторинга для различных дорожных машин.*

**Ключевые слова:** мониторинговая система, эффективность, критерий эффективности, безопасность транспортных перемещений.

Мониторинг предполагает дистанционный контроль характеристик функционирования машин. Данный контроль в зависимости от типа используемой системы имеет определённую цель. В [1–3] приведена классификация мониторинговых систем. В соответствии с данной классификацией целью контроля может быть получение информации: о состоянии дороги; о режимных характеристиках работы отдельных элементов машин; о положении машины на электронной карте местности; о неправомерных действиях в отношении машины и прочее (см., например [4–6]).

Возможности современных мониторинговых систем позволяют решать отдельные задачи, составляющие часть функционального назначения машины, либо имеющие к нему косвенное отношение. Функциональное назначение машины определяется видом получаемой от неё продукции. Однако, вид получаемой продукции не даёт ответа на вопрос, какая прибыль будет получена. Прибыль зависит от объёма получаемой продукции и понесённых при этом затрат. Если сопоставить объём и качество получаемой продукции с понесёнными затратами, то полученный показатель позволит оценить и прибыль. При такой постановке вопроса можно абстрагироваться от экономических аспектов получения прибыли и иметь возможность рассмотреть сферу эксплуатации машин.

#### Эффективность дорожных машин

Соизмерение количества полученной продукции с понесёнными затратами можно определить как технико-экономическую эффективность [7]. Одним из критериев оценки такой эффективности является себестоимость единицы продукции с учётом затрат на владение (СЕПВ). Для расчёта данного критерия необходим длинный перечень исходной информации, который практически невоз-

можно собрать без использования специальных средств. Наличие системы мониторинга позволит собрать необходимую информацию и использовать данный критерий без ограничений.

Критерий СЕПВ достигает наилучших (наименьших, минимальных) значений при максимуме продукции и минимуме денежных затрат. Такое соотношение определяет, как привило, продукцию низкого качества и низкую безопасность эксплуатации машины. В связи с этим целесообразно использовать дополнительные критерии, определяющие качество и безопасность работ.

У машин циклического действия элементы работ выполняются последовательно, один за другим. Например, бульдозер и автогрейдер используются для планировочных работ, связанных с перемещением материала на некоторую дистанцию. По прохождении дистанции машина возвращается в исходную позицию, не выполняя при этом полезного действия. В данном случае рабочий цикл можно разделить на полезную и вспомогательную составляющую. Данные машины передвигаются с низкой скоростью, имеют рабочее оборудование с возможностью перемещения по коротким траекториям, и не передвигаются по дорогам. Здесь можно не рассматривать критерий безопасности, но необходимо принимать во внимание критерий СЕПВ и качества.

Например, погрузчик и экскаватор имеют рабочее оборудование с большим количеством степеней свободы, управляемое человеком — манипуляторное рабочее оборудование. Экскаватор при отрыве котлована или траншеи сначала набирает грунт в ковш, после чего транспортирует его в отвал или кузов машины. Часть рабочего цикла, связанная с копанием, определяет качество работ. Часть рабочего цикла, связанная с перемещением рабочего оборудования для выгрузки ковша и последующего возврата в забой, не оказывает прямого влияния

на конфигурацию котлована, но именно в это время машина может опрокинуться, поскольку ковш не контактирует с грунтом. Иными словами, транспортные перемещения рабочего оборудования определяют безопасность выполнения работ. Здесь необходимо принимать во внимание критерии СЕПВ, качества и безопасности. В качестве критерия безопасности можно выбрать величину условного угла раскачивания машины в режиме транспортных перемещений рабочего оборудования.

Машины для содержания дорог эксплуатируются на проезжей части. С позиции безопасности этих машин целесообразно рассмотреть минимизацию помех транспортным потокам. С позиции качества работ — скоростной режим, необходимый для нормального протекания рабочих процессов. Собственно, дорожная машина становится таковой в периоды времени, когда она выполняет содержание дороги. В другие периоды пребывания на дороге она является обычным участником движения. В период использования по назначению одни и те же элементы рабочего цикла определяют качество и безопасность, но имеют противоположное действие на эти факторы. Для качества зачастую скорость нужно снизить, для безопасности — повысить, так как медленно движущийся объект приводит к заторам. В качестве критерия безопасности можно выбрать протяжённость затора или затруднения, образовавшегося на дороге в результате пребывания на ней дорожной машины.

Асфальтосмесительная установка непрерывного действия имеет набор рабочих процессов, протекающих одновременно. В основном, все системы установки имеют автоматизированное регулирование — участие человека минимизировано. Здесь нет факторов повышенной опасности и низкого качества, вносимых человеком. Целесообразен только критерий СЕПВ.

В целом, если машина эксплуатируется нормально обученным и неустоленным оператором при достаточном качестве исходного сырья и нормальном качестве технических обслуживаний и ремонтов, то *верно выбранное время (для машин циклического действия) или скорость (для машин непрерывного действия) выполнения типовых рабочих операций определит и безопасность и качество выполняемых работ*. Если участие оператора сведено к контролю датчиков рабочих процессов, как это можно наблюдать в эксплуатации асфальтосмесительных установок, то здесь нет смысла рассматривать безопасность и качество работ отдельно от себестоимости единицы продукции.

Таким образом, в зависимости от группы рассматриваемых машин целесообразно использовать различные из перечисленных критериев. С другой стороны, сам критерий можно определять различными способами, а также комбинировать соотношения полученных значений критерия по определённой системе с целью получения аналитической информации конкретного назначения. Всё вместе определяет различные варианты концепций систем мониторинга.

### Варианты систем мониторинга

Например, можно сделать *расширенный мониторинг технико-экономической эффективности* с использованием критерия СЕПВ. Такой вариант применим к машинам, у которых нет жёстких требований к качеству работ (например, для экскаваторов). Критерий безопасности можно внедрить в систему при расчёте производительности машины, не выделяя его отдельным блоком, рассмотрев в составе СЕПВ. В результате такой вариант предусматривает специализированные математические модели для обработки информации, где присутствует расчётная оценка производительности и экономических показателей функционирования. Вариант предусматривает масштабный поиск перспектив повышения эффективности использования по набору направлений. Результаты такого анализа можно использовать в техническом аудите, поскольку они дают ответы на вопросы о том, какие ресурсы можно высвободить, и куда их направить как в сфере производства, так и в сфере эксплуатации машины.

Возможен *экспресс-мониторинг технико-экономической эффективности*, который не предусматривает поиска перспектив повышения эффективности функционирования техники, но позволяет выбрать наилучший образец машины под конкретные условия. Здесь не предусмотрен поиск идеального образца машины, как предыдущем варианте, но есть возможность выбрать лучшую машину из нескольких рассматриваемых. Также не предусмотрен расчётный анализ производительности — её нужно задать на базе опыта использования машин. Соответственно, нужны универсальные математические модели расчёта критерия СЕПВ.

Можно сделать *мониторинг эффективности внедрения новых систем в управлении дорожными машинами*. В отличие от предыдущих вариантов, где сравнивались разные машины одинакового функционального назначения, здесь оценивается одна и та же машина в двух разных состояниях — без системы, и с системой. Производится расчёт СЕПВ и определяется эффект.

Реализация *мониторинга эффективности с коррекцией параметров* позволит дать ответ на вопрос о том, как можно повысить эффективность конкретной машины относительно прочих машин аналогичного функционального назначения. Направления могут быть разными, например, можно определить, на какую величину нужно снизить затраты времени на поддержание надёжности, чтобы СЕПВ машины была лучше, чем у конкурентов.

*Мониторинг безопасности транспортных перемещений грузов* целесообразно применять к машинам с рабочим оборудованием манипуляторного типа, осуществляющих перемещение груза в пространстве (экскаватор, стреловой подъёмник, погрузчик). Здесь можно не рассматривать СЕПВ, но рассмотреть критерий безопасности (например — предельный угол условного раска-

чивания в наихудших условиях), определяющий минимальное время на транспортные перемещения рабочего оборудования.

*Мониторинг безопасности транспортных перемещений машин на дорогах общего пользования* предназначен для выявления режимов движения машин с минимальными помехами транспортным потокам по критерию длины затора или затруднения для конкретного рассматриваемого участка дороги. Здесь не предусматривается определение СЕПВ, но производится расчёт характеристик скоростного режима машины.

### Выводы

1. Можно предложить следующие критерии для реализации в мониторинговых системах: себестоимость единицы продукции с учётом затрат на владение (СЕПВ — критерий технико-экономической эффективности); угол условного раскачивания (критерий безопасности для машин с рабочим оборудованием манипуляторного типа); длина затора или затруднения (критерий безопасности машин для содержания дорог); время на выполнение элемента рабочего процесса, определяющего качество работ (для машин циклического действия); скорость выполнения элемента рабочего процесса, определяющего качество работ (для машин непрерывного действия).

2. В зависимости от группы рассматриваемых машин можно предложить варианты мониторинга с различными критериями:

— *расширенный мониторинг технико-экономической эффективности* — поиск перспектив повышения эффективности (по критерию СЕПВ) машин по набору

направлений, предназначенный для определения характеристик идеальной машины;

— *экспресс-мониторинг технико-экономической эффективности* — подбор наилучшего образца машины (по критерию СЕПВ) из рассматриваемой выборки для выполнения конкретной работы;

— *мониторинг эффективности внедрения новых систем в управлении дорожными машинами* — оценка машины без системы и с системой (по критерию СЕПВ), т.е. рассматриваются два состояния машины;

— *мониторинг эффективности с коррекцией параметров* — поиск ответа на вопрос о том, как можно повысить эффективность (по критерию СЕПВ) конкретной машины относительно прочих машин с аналогичным функциональным назначением;

— *мониторинг безопасности транспортных перемещений грузов* — оценка безопасности, которую целесообразно применять к машинам с рабочим оборудованием манипуляторного типа, осуществляющих перемещение груза в пространстве (экскаватор, стреловой подъёмник, погрузчик) по критерию условного угла раскачивания;

— *мониторинг безопасности транспортных перемещений машин на дорогах общего пользования* — выявление режимов движения дорожных машин с минимальными помехами транспортным потокам по критерию длины затора или затруднения для конкретного рассматриваемого участка дороги.

3. Результаты мониторинга можно использовать в техническом аудите, поскольку они дают ответы на вопросы о том, какие ресурсы можно высвободить, и куда их направить.

### Литература:

1. Мандровский, К. П. Системы мониторинга дорожно-строительных, транспортных машин и дорожных покрытий // Интерстроймех-2015 материалы международной научно-технической конференции. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. — с. 310–315.
2. Мандровский, К. П. Предпосылки к мониторинговой системе управления технико-экономической эффективностью машин дорожной отрасли // Дорожная держава. — 2014. — № 56. — с. 72–74.
3. Шестопалов, К. К., Мандровский К. П. Обзор и анализ систем дистанционного контроля дорожных машин // Дорожная Держава. — 2015. — № 61. — с. 34–37.
4. Головин, С. Ф. Оценка эффективности и мониторинг использования дорожно-строительных машин // Механизация строительства. — 2013. — № 4 (826). — с. 11–17.
5. Озорнин, С. Ф., Бердиков И. Е. Совершенствование организации мониторинга изменений технического состояния машин в эксплуатации // Вестник ЗабГУ. — 2014. — № 08 (111). — с. 64–69.
6. Манакон, А. Л., Алехин А. С., Коларж С. А. Система непрерывного мониторинга путевых машин // Вестник СГУПС. — 2012. — № 28. — с. 173–177.
7. Мандровский, К. П. Оценка конкурентоспособности дорожно-строительных машин (на примере одноковшового гусеничного экскаватора): автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.04. — М., 2008.



## Внедрение корпоративного портала на примере 1С: Битрикс

Николаева Елена Александровна, преподаватель социально-экономических наук  
Российский новый университет, колледж (г. Москва)

*В статье раскрывается понятие корпоративного портала 1С: Битрикс и его производственная необходимость. Кратко раскрывается способ внедрения корпоративного портала в компании, его этапность, а также организация управления проектом.*

На сегодняшний день большое количество предприятий среднего и крупного бизнеса помимо официального внешнего сайта в сети создают сайт, который ориентирован только на сотрудников предприятия и доступен по локальной сети организации, либо требует идентификационных данных. Такой внутренний сайт называется Корпоративный портал, и он имеет совершенно отличные от официального сайта Компании функции.

В общих чертах, Корпоративный портал 1С: Битрикс — это система управления внутренним информационным ресурсом Компании для коллективной работы над задачами, проектами и документами, для эффективных внутренних коммуникаций.

1С: Битрикс мог бы решить следующие задачи Компании:

- внутренние и внешние коммуникации Компании;
- управление задачами и проектами;
- совместная работа с документами;
- планирование и учет рабочего времени;
- автоматизация бизнес-процессов Компании в части

мелкого документооборота.

В Корпоративном портале 1С: Битрикс есть набор для автоматизации бизнес-процессов, есть инструмент для резервирования ресурсов и переговорных. Механизм электронных заявок ускорит обработку таких процедур,

как пропуска, визитки, водители, канцелярские товары и экономит время на рутинных операциях. Существует система почтовой нотификации при обсуждении важных задач:

- мелкий документооборот на портале;
- настраиваемые веб-формы (создание электронных запросов с необходимыми полями);
- автоматизация обслуживания заявок в системе Help Desk, контроль прохождения заявок;
- организация рабочих (проектных) групп с назначением задач и контролем их выполнения;
- организация совещаний, рассылка приглашений и механизм подтверждения, отчеты о совещаниях;
- бронирование переговорных комнат (и любых других помещений);
- настраиваемые почтовые нотификации по любым событиям портала.

### **Организация управления проектом внедрения Корпоративного портала на базе 1С: Битрикс**

При работе над проектом первоначально выявляются базовые требования департаментов и отделов Компании к Корпоративному portalу. Данные заносятся в Функциональное задание по проекту. Например:

Подразделение/Сотрудник Компании	Описание требований
Генеральный директор/Администрация	Функции, необходимые для Корпоративного Портала: Взаимодействие (ресурс, позволяющий объединиться всем отделам). Информирование о событиях (дни рождения, рождение детей и т.д.). Инструменты (положения, приказы, brand-book, корпоративные стандарты и т.д.), а также Центр документов по направлениям (регламенты). Подключение к ресурсам с позитивной (увеселительной) информацией. Форумы (производственные и частные). Функционал wiki (координация знаний по продукту и по рабочим обязанностям). Запуск конкурсов. Возможность модерирования форумов. Координация основных знаний по офисным программам.

Отдел управления персоналом	<p>Необходимо размещение на Корпоративном портале заявлений на отпуск, на перевод, на изменение паспортных данных, на увольнение, на изменение условий а также согласование на Корпоративном портале служебных записок, обходного листа.</p> <p>Сотрудники отдела управления персоналом на Корпоративном портале хотели бы, чтобы в каждом департаменте была размещена актуальная информация данного департамента, необходимая для других отделов и архив по департаментам. Необходимо размещение на Корпоративном портале актуальных документов, а также локальных документов в отдельной папке. Важно, чтобы информация всегда была актуальна, а предыдущие версии документа были направлены в архив с ограниченным уровнем доступа.</p> <p>На Корпоративном портале обязательно необходимо к каждому сотруднику Компании прикрепить фотографии, а также указывать дни рождения сотрудников на текущий день, на следующий день и дни рождения за месяц с соответствующей рассылкой руководителям. Необходима функция автоматической отправки открытки сотруднику в день рождения.</p> <p>На Корпоративном портале необходимо завести группу Фонда взаимопомощи, отражая в новостной ленте главные события.</p> <p>На Корпоративном портале необходима возможность проведения различных опросов.</p>
-----------------------------	---

Проектная команда, проанализировав потребности пользователей КП, выявляет потребность в социализации как основную для использования Корпоративного портала. Пользователи Корпоративного портала хотели бы упростить документооборот при согласовании заявлений и служебных записок, а также иметь удобный доступ к документам и фото. Ярко выявлена потребность в проведении форумов, опросов, ведении ленты новостей, бронировании переговорных комнат.

Следует отметить, что основными заказчиками проекта по внедрению Корпоративного портала обычно являются Генеральный директор, Корпоративный директор, либо Директор департамента управления персоналом.

Исходя из полученной информации, делается вывод о том, что 1С: Битрикс способен удовлетворить потребности Компании.

Следующим шагом при внедрении Корпоративного портала является составление технических требований и плана-графика работ по проекту.

### Внедрение Корпоративного портала

Ознакомившись с требованиями к Корпоративному portalу и проведя анализ, выявляются уровни внедрения. Условно эти уровни можно разделить на следующие:

1. Интеграция с внешними сервисами.
2. Настройка внутренней структуры.
3. Настройка функционала.
4. Стилизация под корпоративную айдентикку.
5. Дальнейшие работы по Корпоративному portalу и его поддержка.

Рассмотрим каждый уровень отдельно.

*Интеграция с внешними сервисами.* Для функционирования Корпоративного портала обычно производится интеграция с такими сервисами, как:

- 1С: ЗУП. Данная интеграция позволит выгружать на Корпоративный портал структуру Компании, сотрудников Компании, информацию об отсутствии сотрудников, кадровые перестановки, вакансии и т.д.
- AD (Active Directory). Данная интеграция необходима для синхронизации учетных записей пользователей.
- Microsoft Exchange. Подразумевает три направления интеграции: выгрузка календарей (все имеющиеся в MS Exchange Server календари выводятся на Корпоративный портал и доступны для изменений); двунаправленная синхронизация задач (отслеживание изменений в обе стороны); выгрузка контактов с сервера на MS Exchange (и оттуда на другие устройства).
- MS Office.

— Google Docs. Интеграция позволит редактировать документы, не скачивая их с Корпоративного портала и, следовательно, не загружая обратно.

— Битрикс24. Диск. Позволяет создать специальную папку на компьютере пользователя и копирования в нее документов с Корпоративного портала с автоматической синхронизацией изменений в документах на портале.

— MS Outlook и MS Exchange Web Mail.

*Настройка внутренней структуры* включает в себя:

— Построение структуры, иерархии, внутреннюю настройку инфоблоков, содержащих выгруженную информацию из 1С: ЗУП.

— Создание групп, разделов и департаментов, а также создание и разведение информации по необходимым инфоблокам.

— Проставление прав пользователям на доступ к группам, файловым хранилищам, календарям, событиям и сообщениями.

В процессе работы над данным этапом проекта необходимо создание проектной командой «пилотной» группы пользователей для тестирования стандартных функций Корпоративного портала, ознакомления с процессами, заполнения внутренних разделов. «Пилотной» группе необходимо уведомлять проектную команду об ошибках, недочетах, поправках и желаемом функционале, который не был обозначен в Функциональном задании. Работа данной группы во многом сопряжена с ходом разработки и изменения функционала, настройкой и внедрения бизнес-процессов.

*Настройка функционала* условно включает в себя 2 итерации.

1. Первая итерация включает в себя такие настройки, как: установка рабочего времени, настройка форумов, опросов и задач, настройка функционала бронирования переговорных комнат или других помещений, настройка календарей групп пользователей, настройка бизнес-чата, вакансий и создание бизнес-процессов.

2. Вторая итерация включает в себя такой функционал, как: настройка оповещений и нотификаций, создание необходимых веб-форм и размещение их на Корпоративном портале, подключение RSS-лент, настройка функционала «вопрос-ответ» и базы знаний wiki, настройка и разработка блока обучения.

*Стилизация под корпоративную айдентику* обычно происходит на основе брендбука Компании. Изменения в Корпоративный портал вносятся для сохранения общей структуры и вывода информации на Корпоративном портале. Зачастую Корпоративные порталы оформляются в стиле официального сайта Компании с сохранением логотипа и стилизации оформления (например, у Компании М-Видео Корпоративный портал оформлен в бело-красных цветах).

*Дальнейшие работы по Корпоративному portalу* осуществляются в случае необходимости проведения дополнительных работ или внедрения функционала, не описанного ранее в ФЗ.

По необходимым работам составляется план-график работ с указанием этапности внедрения Корпоративного портала, ответственных сотрудников и сроков проведения работ.

### Выводы

Делая вывод из всего вышесказанного, следует отметить, что процесс ведения проекта представляет собой определение функций программного комплекса. Первым этапом внедрения проекта должно быть определение основных целей и задач, которые ставятся при создании Корпоративного портала, которые выясняются путем опроса ключевых пользователей.

Благодаря грамотному и правильному внедрению Корпоративного портала могут быть решены совместные задачи Компании.

## Алгоритмы формирования матрицы жесткости треугольного конечного элемента (краткий обзор)

Сорокина Елена Ивановна, кандидат технических наук, доцент;  
Мелихов Константин Михайлович, кандидат технических наук, доцент  
Волгоградский государственный аграрный университет

Разработаны алгоритмы получения матрицы жесткости объемного конечного элемента, поперечное сечение которого является треугольником. Произвольная точка треугольника с узлами, обозначенными латинскими буквами  $i, j, k$ , определяется координатами  $\eta$  и  $\xi$ . Для выполнения численного интегрирования треугольник с узловыми координатами  $\eta^i, \eta^j, \eta^k, \xi^i, \xi^j, \xi^k$  отображается на прямоугольный треугольник, локальные координаты которого  $\xi$  и  $\eta$  изменяются от нуля до единицы.

Связь между глобальными координатами  $\eta, \xi$  и локальными координатами  $\xi, \eta$  определяется линейными соотношениями

$$\begin{aligned} \eta &= (1 - \xi - \eta)r^i + \xi r^j + \eta r^k; \\ \xi &= (1 - \xi - \eta)z^i + \xi z^j + \eta z^k. \end{aligned} \quad (1)$$

Дифференцированием (1) определяются соответствующие производные.

Разработаны алгоритмы получения матриц жесткости треугольного конечного элемента в трех вариантах.

1. Компоненты вектора узловых неизвестных принимаются в виде перемещений, а гидростатическое давление считается постоянным по площади четырехугольника, состоящего из двух треугольников.

Каждая составляющая вектора перемещения внутренней точки конечного элемента аппроксимируется через узловые неизвестные линейными соотношениями (1)

$$\mathbf{u} = \{f(\xi, \eta)\}^T \{\mathbf{u}_y\}; \quad \mathbf{v} = \{f(\xi, \eta)\}^T \{\mathbf{v}_y\}, \quad (2)$$

где

$\{\mathbf{u}_y\}^T = \{u^i u^j u^k\}; \{\mathbf{v}_y\}^T = \{v^i v^j v^k\}$  — матрицы-строки узловых неизвестных.

2. Компонентами вектора узловых неизвестных принимаются перемещения и их первые производные

$$\begin{aligned} \{\mathbf{u}_y^p\}^T &= \{u^i u^j u^k u_{,\xi}^i u_{,\xi}^j u_{,\xi}^k u_{,\eta}^i u_{,\eta}^j u_{,\eta}^k\}; \\ \{\mathbf{v}_y^p\}^T &= \{v^i v^j v^k v_{,\xi}^i v_{,\xi}^j v_{,\xi}^k v_{,\eta}^i v_{,\eta}^j v_{,\eta}^k\}. \end{aligned} \quad (3)$$

Для аппроксимации полей перемещений внутренних точек треугольного конечного элемента через узловые неизвестные используются выражения

$$\mathbf{u} = \{\mathbf{N}(\xi, \eta)\}^T \{\mathbf{u}_y^p\}; \quad \mathbf{v} = \{\mathbf{N}(\xi, \eta)\}^T \{\mathbf{v}_y^p\}, \quad (4)$$

где

$$\{\mathbf{N}(\xi, \eta)\}^T = \{G_1(\xi, \eta) G_2(\xi, \eta) \dots G_9(\xi, \eta)\}.$$

Функции формы  $G_i(\xi, \eta)$  имеют вид

$$G_1(\xi, \eta) = 1 - 3\xi^2 - 3\eta^2 + 2\xi^3 + 2\eta^3;$$

$$G_2(\xi, \eta) = 3\xi^2 - 2\xi^3;$$

$$G_3(\xi, \eta) = 3\eta^2 - 2\eta^3;$$

$$G_4(\xi, \eta) = \xi - 0,5\xi\eta - 2\xi^2 + \xi^3 - 0,5\xi\eta^2 + 0,5\xi^2\eta;$$

$$G_5(\xi, \eta) = -\xi^2 + \xi^3;$$

$$G_6(\xi, \eta) = 0,5\xi\eta^2 + 0,5\xi\eta - 0,5\xi^2\eta;$$

$$G_7(\xi, \eta) = \eta - 0,5\xi\eta - 2\eta^2 + \eta^3 - 0,5\xi^2\eta + 0,5\xi\eta^2; \quad (5)$$

$$G_8(\xi, \eta) = 0,5\xi^2\eta + 0,5\xi\eta - 0,5\xi\eta^2;$$

$$G_9(\xi, \eta) = -\eta^2 + \eta^3.$$

Гидростатическое давление принималось постоянным по площади четырехугольника, состоящего из двух треугольников.

3. В третьем варианте перемещения аппроксимировались соотношениями (4), а гидростатическое давление считалось изменяющимся по линейному закону в зависимости от вектора узловых значений  $\{\sigma_{oy}\}^T = \{\sigma_0^i \sigma_0^j \sigma_0^k\}$ .

Модифицированные матрицы жесткости треугольного конечного элемента имеют размеры:  $7 \times 7$  — в первом варианте конечного элемента;  $19 \times 19$  — во втором варианте и  $21 \times 21$  — в третьем.

В качестве примера определено напряженно-деформированное состояние цилиндрической оболочки, рассмотренной в третьей главе. Использовался объемный конечный элемент с треугольным сечением в двух вариантах.

1. В первом варианте за узловые неизвестные конечного элемента принимались перемещения, а гидростатическое давление считалось постоянным по площади четырехугольника, состоящего из двух треугольников.

2. Во втором варианте расчета исследовался треугольный элемент с узловыми неизвестными в виде перемещений, их первых производных и гидростатического давления. Гидростатическое давление изменялось по площади треугольника по линейному закону.

Анализ численных результатов показал хорошую сходимость вычислительного процесса и практическое совпадение с результатами, полученными при использовании объемных конечных элементов с поперечным сечением в виде четырехугольника.

#### Литература:

1. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред/ Оден Дж. Пер. с англ. — М.: Мир, 1976. — 464 с.
2. Самуль, В. И. Основы теории упругости и пластичности/ Самуль В. И. — М.: «Высшая школа», 1970. — 288 с.
3. Постнов, В. А., Хархурим И. Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций/ Постнов В. А., Хархурим И. Я. — Л.: Судостроение, 1974, 344 с

## Интенсификация кормопроизводства в условиях Северо-Западного региона

Юнин Вячеслав Александрович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Зыков Андрей Владимирович, научный сотрудник

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства

Кузнецов Николай Николаевич, кандидат технических наук

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия

Кормопроизводство и животноводство являются важнейшими отраслями агропромышленного комплекса Северо-Запада России, темпы развития и научно-технический уровень которых во многом определяют эффективность функционирования сельского хозяйства и конкурентоспособность его продукции. Основным потребителем собственных кормов в сельскохозяйственных организациях является дойное стадо, на которое приходится 2/3 произведенных кормов. Почти одна треть расходуется молодняку крупного рогатого скота и лишь около 2,6% остальным видам животных.

В настоящее время высокие надои крупного рогатого скота достигаются за счет увеличенной в рационе доли концентрированных кормов, что увеличивает себестоимость молока. За счёт повышенных норм скармливания концентрированных кормов компенсируется отставание в росте энергетической и протеиновой питательности травяных кормов. Главной причиной снижения продуктивности кормовых угодий, уменьшения объемов заготовки кормов, ухудшения их качества явилась хроническая нехватка денежных средств. В результате в несколько раз сократилось применение органических и минеральных удобрений, средств защиты растений, консервантов. Основной парк кормоуборочных машин физически устаревает. Нехватка техники не позволяет выполнить работы в оптимальные агротехнические сроки. Из-за существующего диспаритета цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, низкой платежеспособностью товаропроизводителей общего, кризиса экономики практически разрушилась машиностроительная отрасль.

Институт агроинженерных и экологических проблем (ранее ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии) совместно с другими НИИ разработал комплексно-целевую программу интенсификации Ленинградской области

«Корма», которая была одобрена Комитетом сельского хозяйства Ленинградской области и принята к реализации. Эта программа содержит несколько направлений интенсификации кормопроизводства, которые могут быть использованы и в других регионах в сельском хозяйстве [1].

В связи с этим можно выделить несколько направлений интенсификации кормопроизводства Северо-Западного региона.

### 1. Повышение питательной ценности корма

#### 1.1. Уборка культур в оптимальные сроки.

Одним из важнейших решений в заготовке кормов — выбор времени уборки трав (таблица 1).

При поздней уборке питательные свойства кормовых трав заметно ухудшаются. Время скашивания должно зависеть от стадии развития растений. Благоприятное время уборки для трав — начальная стадия колошения, приблизительно, когда кончик колоса находится на одной высоте с отслаивающимся листком. Запоздывание со сроками уборки после оптимальной фазы приводит к снижению выхода энергии и протеина с единицы площади, а также энергетической и протеиновой питательности кормов.

В институте разработан алгоритм с частными моделями технологии, позволяющий определять рациональные сроки уборки трав в зависимости от ботанического состава, фазы вегетации и имеющегося парка машин, при этом соизмеряются затраты на содержание парка машин с потерями урожая в стоимостном отношении [2].

1.2. Второй элемент повышения питательной ценности корма — увеличение площади под бобовыми травами. Важным элементом совершенствования кормопроизводства на предстоящий период является также увеличение площадей бобово-злаковых травостоев. Использование бобово-злаковых травостоев позволяет получать в рас-

Таблица 1

Влияние сроков уборки клеверотимофеечной смеси на урожайность, выход обменной энергии и сырого протеина с 1 га

Фаза развития	Урожайность с.в., ц/га	Выход с 1га		Концентрация в 1 кг с.в.	
		Обмен. энерг., ГДж	Сыр. протеина, ц/га	Обмен. энерг., МДж	Сыр. протеина, %
Нач. бутонизации	54,7	57,4	11,38	10,5	20,8
Пол. бутонизация	61,3	62,5	11,58	10,2	18,9
Нач. цветения	59,6	58,4	9,77	9,8	16,4
Пол. цветение	57,2	53,2	8,29	9,3	14,5



чёте на каждую единицу площади более высокие надои молока и приросты молодняка по сравнению со злаковыми травостоями. Злаковые травостои дают более высокие и устойчивые урожаи по сравнению с бобово-злаковыми только при достаточном внесении удобрений и даже в таком случае они уступают последним по уровню концентрации сырого протеина в сухом веществе корма.

1.3 Сырьевой конвейер. В системе травяного конвейера должно быть следующее соотношение: ранние травосмеси — 25%; средние травосмеси — 35%; поздние травосмеси — 40%, что позволит добиться, к примеру, в условиях Ленинградской области равномерного поступления зеленой массы с высоким содержанием в сухом веществе обменной энергии и сырого протеина и обеспечить более эффективную загрузку кормоуборочной техники.

1.4 Контроль за соблюдением технологий. Контроль необходимо осуществлять на всех стадиях производства кормов, от качества подготовки почвы для посева кормовых до закладки на хранение корма и его герметизации. Особое внимание должно быть уделено своевременности выполнения операций, особенно при уборке кормовых культур, соблюдение технологических требований по влажности корма, использованию химических средств, герметизации провяленных кормов в хранилищах.

#### 1 Совершенствование структуры кормов

1.1. Снижение доли концентрированных кормов с 39 до 26% при одновременном повышении качества кормов из трав.

Как известно, увеличение скармливания концентрированных кормов по сравнению с зоотехническими нормами приводит к различного рода физиологическим нарушениям и сокращению срока использования коров. Кроме того, расчеты показывают, что стоимость 1 ц.к.ед. концентрированных кормов примерно в 2,5–3,0 раза дороже травяных и увеличение использования первых приводит к удорожанию производства молока.

Удорожание производства молока за счет использования повышенных норм скармливания концентрированных кормов следует сопоставлять с суммой экономии денежно — материальных средств на содержание дойного стада за счет роста его продуктивности. Увеличение планируемого удоя на корову целесообразно до тех пор, пока эта разница положительна.

1.2. Мероприятия по совершенствованию структуры кормов предусматривают увеличение доли кормов из провяленных трав, уменьшение доли корнеплодов и кормов с высокими энергоемкими показателями при заготовке и хранении.

2. Увеличение производства кормов. Значительно должны возрасти объемы заготовки корма из провяленных трав с содержанием сухого вещества 30–35%. Для увеличения питательной ценности корма из провяленных трав следует более широко использовать бактериальные закваски.

3. Переход на энергетическую оценку питательной ценности по обменной энергии (таблица 2). В действующей оценке количество корма измеряется в тоннах, тыс. тонн, млн. тонн сухого вещества или натурального веса.

Основными показателями качества корма по которым его оценивает агрохимслужба, является концентрация обменной энергии в килограмме сухого вещества (КОЭ) и концентрация сырого протеина в сухом веществе корма (КСП).

5. Повышение продуктивности кормовых угодий за счет культуротехнических работ.

К этому относится: восстановление и поддержание в рабочем состоянии осушительных систем; известкование кислых почв, в первую очередь площадей, занятых под бобовые травостои, семеноводческие посевы, а также луга и пастбища; обеспеченность почв расчетной потребностью в минеральных и органических удобрениях; ремонт травостоев с использованием комбинированных сеялок,

Таблица 2  
Затраты обменной энергии кормов, приходящиеся на молоко, при разном уровне продуктивности коров

Годовой надой на 1 корову, кг	Вся годовая потребность 1 коровы в обменной энергии, ГДж	Обменная энергия кормов, используемая на молоко	
		ГДж	% ко всей потребности
1000	32,35	5,03	15,57
2000	38,72	9,92	25,6
3000	44,11	14,7	33,3
4000	54,96	19,44	35,4
4500	59,31	21,69	36,5
5000	63,66	23,95	37,6
6000	71,76	28,50	39,7
7000	78,47	32,97	42,0
8000	84,72	37,28	44,0
9000	90,17	41,67	46,2
10000	95,45	46,30	48,5

выполняющих за один проход фрезерование и прикатывание посевов; омоложение травостоев корневищными видами злаков.

В институте разработаны технологии поверхностного улучшения культурных сенокосов и пастбищ. В настоящее время возникшая необходимость проведения поверхностного улучшения культурных сенокосов и пастбищ. Учитывая, что известь практически не растворяется в воде, а фосфор и калий не в состоянии в первое время после внесения удобрений проникнуть в зону активной корневой системы, поэтому поверхностное внесение удобрений приносит незначительный результат. Боронование с минимальным нарушением травостоя и средней глубиной обработки 3 см, даже без внесения удобрений и извести, повышает продуктивность луга за счет улучшения воздухо- и влагообмена в травостое и ускорения минерализации органических веществ, а боронование после внесения извести и фосфорнокалийных удобрений повышает продуктивность травостоя в 1,8–2,1 раза по сравнению с контрольным вариантом без боронования.

Омоложение травостоев проводится в зависимости от состояния кормовых угодий. В результате проведенных исследований установлено, подсев трав неэффективен на сенокосах с преобладанием корневищных видов злаков (двукосточник, кострец безостый и пырей ползучий). Научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса рекомендует улучшать их путем омоложения (дискование в три следа или фрезерование в один след в сочетании с дискованием в два следа) с внесением минеральных удобрений.

Пригодность луговых площадей для поверхностного улучшения их путем полосного подсева семян трав в дернину определяется следующими критериями: выровненность поверхности улучшаемых лугов, отсутствие кустарников, кочек и камней, препятствующих работе сеялки, преобладание в травостое удовлетворительных по кормовым достоинствам видов трав. Из злаков — это овсяница луговая, темофеевка луговая, мятлик луговой, лисохвост луговой, костец безостый, пырей ползучий, полевица белая; бобовых — это клевер луговой, белый, гибридный, средний, выка мышиная, чина луговая.

6. Использование эффективных технологий заготовки кормов из трав

Силосование трав отличается невысокой энерго- и трудоемкостью по сравнению с другими методами. В этом случае наблюдается наименьшая зависимость от погодных условий и обеспечивается полная механизация работ. Корм, приготовленный из подвяленных трав, получается слегка кислым, в нем обеспечивается высокая сохранность углеводов, поедаемость его животными увеличивается, так как в нем содержится повышенное (в 1,4–1,6 раза) количество сухого вещества. При такой влажности микробиологические процессы протекают нормально. Учитывая это, при благоприятных погодных условиях следует весь силос из трав заготавливать только после предварительного подвяливания скошенных растений до влажности 65–70%.

В институте разработан насос для внесения закваски и консервантов в силос, сенаж, корм из подвяленных трав, который успешно зарекомендовал себя в производстве [3].

Присутствие сена необходимо в рационе крупного рогатого скота по зоотехническим требованиям. В институте разработана технология заготовки сена (при влажности подвяленной массы 40–45%) с досушиванием [4] и внесением химических консервантов. Проведенные поисковые исследования показывают, что сократить до минимума потери сухого вещества и питательную ценность корма, значительно снизить затраты энергии и полностью механизировать трудоёмкие загрузочные работы позволяет технология заготовки прессованного с досушиванием высоковлажной подвяленной массы (влажностью до 35%). Использование сена и кормов из подвяленных трав 1 класса позволяет снижать в рационе кормления крупного рогатого скота долю концентрированных кормов (таблица 3).

Для высокопродуктивных коров рекомендуется заготавливать корм в рулонах с герметизацией пленкой.

7. Использование биологического азота.

Бобовые культуры за счет фиксации атмосферного азота способны накапливать в почве азот в достаточном количестве для формирования запланированной урожайности [5].

Таблица 3

Структура кормов в рационе коровы с годовым надоем 4500 кг молока

Вид корма	Потребность в кормах, тонн к.ед.					
	По разработанным нормативам		Сено и корм из подвяленных трав 1 класса		Сено и корм из подвяленных трав 111 класса	
	тонн	% в структуре	тонн	% в структуре	тонн	% в структуре
Концентрированные корма	1,54	31,6	1,25	26	1,93	39
Сено	0,52	10,7	0,55	11	0,43	9
Корм из подвяленных трав	1,74	35,7	2,0	41	1,44	30
Зеленые и пастбищные корма	1,07	22,0	1,07	22	1,07	22
Всего	4,87	100,0	4,87	100	4,87	100

## 8. Восстановление семеноводства многолетних трав.

Увеличение производства семян многолетних трав, при этом должен быть обеспечен видовой состав, необходимый для организации сырьевого конвейера [6].

9. Совершенствование основных направлений рациональной организации труда: совершенствование форм его разделения и кооперации по отраслям; совершенствование нормирования и оплаты; улучшение организации

и обслуживания рабочих мест; внедрение передовых приемов и методов специализирующихся на производстве кормов.

Перечисленные направления интенсификации кормопроизводства обеспечивают повышение качества заготавливаемого корма, снижение его себестоимости и в конечном итоге приводят к уменьшению стоимости конечной продукции животноводства.

*Литература:*

1. Попов, В.Д. Региональная целевая комплексная программа интенсификации кормопроизводства «Корма» Ленинградской области на 200—2005 гг. // Попов В.Д., Лаптев Г.Ю., Перекопский А.Н., Папушин Э.А., и др., Санкт-Петербург, Тярлево, 2000.].
2. Попов, В.Д. Формирование систем управления технологическим процессом заготовки кормов. / Попов В.Д., Еремин М.А., Спесивцев А.В., Сухопаров А.И.//Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 2 (18). с. 64—72
3. Зыков, А.В., Устройство для внесения консервирующих препаратов в растительную массу Зыков А.В., Попов В.Д., Юнин В.А., и др., Патент на изобретение RUS 2490933 20.03.2012.
4. Кузнецов, Н.Н., / Технология заготовки высококачественного сена в условиях повышенного увлажнения Кузнецов Н.Н., Терентьев А.В.//Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2008. № 80. с. 106—111/
5. Субботин, И.А., Шалавина Е.В. Внесение жидкого органического удобрения в условиях Северо-Запада РФ / Сб. Докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию Судогодского опытного поля. Т. 2. — Владимир: ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии. — 2013. — с. 146—148.
6. Шить, И.С., Рекомендации по производству семян многолетних трав в условиях Ленинградской области. Шить И.С., Могильницкий В.М., Перекопский А.Н., и др. Санкт-Петербург, 2006.

*Научное издание*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

V Международная научная конференция  
Москва, 2016 г.

*Материалы печатаются в авторской редакции*

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *М.В. Голубцов*

Подписано в печать 24.01.2016. Формат 60х90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 7,88. Уч.-изд. л. 10,97. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»  
420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.