

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»  
Институт Конфуция по науке и технике БНТУ

# НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ – 2018

Сборник материалов  
Белорусско-Китайского молодежного  
инновационного форума

В 2 томах

Том 1

*15–16 ноября 2018 г.*

Минск  
БНТУ  
2018

УДК 082(476+510) (06)  
ББК 72я43(4Белл+5Кит)  
Н76

В сборник включены материалы Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «Новые горизонты – 2018» по направлениям: машиностроение, новые материалы; строительство и архитектура; спортивная инженерия, медицинская техника и технологии, восстановление и реабилитация; межкультурные коммуникации и гуманитарное сотрудничество Беларуси и Китая; информационные технологии.

**ISBN 978-985-583-345-2 (Т. 1)**  
**ISBN 978-985-583-346-9**

© Белорусский национальный  
технический университет, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «МАШИНОСТРОЕНИЕ. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

<i>Анисович А.Г., Маркевич М.И., Журавлева В.И., Чапланов А.М., Щербакова Е.Н.</i> МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПЕНОПОЛИСТЕРОЛА ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ .....	8
<i>Береснева А.В., Антонов А.С., Вишнеvский К.В.</i> ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ, РАЗРАБОТАННЫЕ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕНОМЕНА НАНОСОСТОЯНИЯ.....	10
<i>Божанов П.В.</i> ВАЖНЕЙШИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	12
<i>Быстренков О.С.</i> ГАЗЫ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	16
<i>Горбачёв Д.В., Рахлей А.И.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА.....	17
<i>Гуськов В.В., Поварехо А.С., Павлова В.В., Сушнев А.А.</i> К ВОПРОСУ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ СЕМЕЙСТВА «БЕЛАРУС».....	19
<i>Калиниченко В.А.</i> КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАКРОГЕТЕРОГЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПАРАХ ТРЕНИЯ.....	23
<i>Калиниченко М.Л., Долгий Л.П.</i> СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, КОНСТРУКЦИЙ В КОМПОЗИЦИИ МЕТАЛЛ-МЕТАЛЛ, МЕТАЛЛ-ПОРИСТОЕ ТЕЛО-МЕТАЛЛ, МЕТАЛЛ-ПЛАСТИК, ПЛАСТИК-ПЛАСТИК С ПОМОЩЬЮ ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ АДГЕЗИВАМИ.....	26
<i>Качанов И.В., Жук А.Н., Филипчик А.В., Шаталов И.М., Ковалевич В.С., Качанова Е.В.</i> МЕТОД РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ КОРРОЗИИ.....	29
<i>Кузнецова Т.А., Рысик А.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ ТОНКИХ ПОКРЫТИЙ НА АСМ.....	33
<i>Лапковская П.И.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЗВЕНЬЕВ И ГРАНИЦ МИКРОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	34
<i>Маковеева А.М.</i> ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	37

<i>Серебряков И.А.</i> РАЗРАБОТКА НОВОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ.....	39
<i>Снигирь Ю.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	41
<i>Старотиторова Я.В., Сивак К.В.</i> ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	43
<i>Степанкин И.Н., Поздняков Е.П., Астрейко А.В.</i> ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО АУСТЕНИТА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ НАУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ КОНСТРУКЦИОННЫХ УЛУЧШАЕМЫХ СТАЛЕЙ 40Х И 35ХГСА.....	44

#### **НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»**

<i>Ануфриев В.Н., Блажук В.Э.</i> НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКИ ОСАДКА.....	47
<i>Басалай Г.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ.....	49
<i>Басалай И.А., Зеленуха Е.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ДЛЯ ОБЖИГА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА.....	52
<i>Борисейко В.В.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗООЧИСТНЫХ УСТАНОВОК ТОРФОБРИКЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	55
<i>Воронкин Н.Д., Ходяков В.А.</i> ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОСТОВ.....	58
<i>Ерохина Ю.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВИБРОШТАМПОВАННЫХ СВАЙ ПО ДАННЫМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.....	59
<i>Качанов И.В., Шаталов И.М., Быков К.Ю., Мурашко Д.А.</i> ТЕХНОЛОГИЯ СКОРОСТНОГО ГОРЯЧЕГО ВЫДАВЛИВАНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДОРОЖНЫХ РЕЗЦОВ ДЛЯ СНЯТИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ.....	61
<i>Китаев М.И.</i> РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРЫ КРУПНЫХ УСАДЕБНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕЛАРУСИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА.....	63
<i>Лю Сяодун, Юнь Ци</i> ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КИТАЕ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ.....	64
<i>Лю Сяодун, Юнь Ци</i> ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОГ С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ КИТАЕ.....	65

<i>Малык Н.И., Ходяков В.А.</i> ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ РАЗДЕЛА КЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА AUTODESK REVIT.....	67
<i>Сенько Н.Н., Ходяков В.А.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ АРКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАСШТАБНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	70
<i>Чаусова В.А., Потребя В.Г.</i> ПЕРЕХОД ОТ AUTOCAD К ПЛАТФОРМЕ REVIT.....	71
<i>Чэнь Цзинкэ</i> СОВРЕМЕННАЯ АРХИТЕКТУРА КИТАЯ (КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И БАМБУКА).....	72
<b>НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ»</b>	
<i>Гусейнов Д.И.</i> ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ГРЕБЛЕ НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПОЛНЕНИЯ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО УПРАЖНЕНИЯ.....	75
<b>НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «МЕЖКУЛЬТУРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ И ГУМАНИТАРНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО БЕЛАРУСИ И КИТАЯ»</b>	
<i>Авсюк А.А.</i> РОЛЬ МЕСТНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА КИТАЯ В ПРАВОВОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЛОРУССКО-КИТАЙСКИХ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ.....	78
<i>Акименко К.В.</i> К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ.....	80
<i>Бочкарева А.А.</i> МЕЖКУЛЬТУРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ БЕЛАРУСИ И КИТАЯ.....	82
<i>Вашкевич Ю.Д.</i> БЕЛОРУССКО-КИТАЙСКИЕ ВНЕШНЕПОЛИТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ КАК ДРАЙВЕР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА НАШИХ СТРАН.....	83
<i>Гринкевич О.О.</i> ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНСТИТУТОВ КОНФУЦИЯ В БЕЛАРУСИ.....	85
<i>Дун Цзюньфэй</i> ГЛАГОЛ «ЛЮБИТЬ» В НАЦИОНАЛЬНОЙ КАРТИНЕ МИРА.....	87
<i>Карпенко Н.С.</i> ДИНАМИКА ВВП КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ В XXI ВЕКЕ.....	89
<i>Карпович Ю.В.</i> СТРУКТУРА БЕЛОРУССКО-КИТАЙСКОЙ ТОРГОВЛИ.....	91
<i>Климуть К.С.</i> ОСОБЕННОСТИ КРОСС-КУЛЬТУРНОЙ АДАПТАЦИИ КИТАЙСКИХ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В Г. ГРОДНО.....	93

<i>Милош А.И.</i> ЗНАЧЕНИЕ ДОВЕРИЯ (СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА) В КИТАЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ: СКВОЗЬ ПРИЗМУ ФИЛОСОФИИ КОНФУЦИЯ.....	95
<i>Панков Н.Н.</i> АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	97
<i>Панков Н.Н.</i> К ВОПРОСУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	98
<i>Проживальская Т.А.</i> КОММУНИКАЦИИ И ГУМАНИТАРНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО БЕЛАРУСИ И КИТАЯ.....	100
<i>Сасковец В.В.</i> ВЛИЯНИЕ ЭКСПОРТА МЯСА ПТИЦЫ В КНР НА ЦЕНЫ НА ВНУТРЕННЕМ БЕЛОРУССКОМ РЫНКЕ: РЫНОЧНЫЙ ПРОЦЕСС ИЛИ СГОВОР ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ.....	102
<i>Свирская М.А., Толстая М.И.</i> К ВОПРОСУ ТРУДОУСТРОЙСТВА ТРУДЯЩИХСЯ-ИММИГРАНТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	104
<i>Смахтина Е.В.</i> ПОНЯТИЕ «КУЛЬТУРНЫЙ ШОК» И СПОСОБЫ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ.....	105
<i>Хэн Чюантао</i> СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ И ИГРЕ В НАСТОЛЬНЫЙ ТЕННИС: КИТАЙ – БЕЛАРУСЬ.....	107
<i>Чернецов Д.О.</i> ИННОВАЦИОННОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО БЕЛАРУСИ И КИТАЯ.....	109
<i>Чжан Хайжун</i> ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ДЕЛОВОЙ ПЕРЕПИСКИ НА РУССКОМ И КИТАЙСКОМ ЯЗЫКАХ.....	111
<i>Чэнь Жунянь</i> СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ОПЫТ УНИВЕРСИТЕТА ХЭСИ И БГЭУ.....	113
<i>Чэнь Тин / Chen Ting</i> DISYLLABIFICATION AS PREREQUISITE FOR COMPOUND AND DERIVED MODERN CHINESE WORDS.....	115
<i>Шпаковская И.С.</i> ДИНАМИКА И СТРУКТУРА ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ БЕЛАРУСИ И КИТАЯ.....	117
<i>Щербакова Е.О.</i> К ВОПРОСУ О ТРУДОВОЙ МОТИВАЦИИ И СОВРЕМЕННЫХ МОТИВАЦИОННЫХ ИНСТРУМЕНТАХ.....	119

**НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.  
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. РОБОТЕХНИКА. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»**

<i>Абдыев А.Д., Гундина М.А.</i> ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ УРОВНЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ.....	121
<i>Виничук О.Н.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	123
<i>Курочка К.С., Панарин К.А., Карабчикова Е.А.</i> АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА НА ОСНОВЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	127
<i>Лисок Ю.И., Прозорова М.С.</i> К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	129
<i>Михайловская В.И.</i> ФОРМИРОВАНИЕ КОГНИТИВНОГО ОПЫТА СТАРШЕКЛАССНИКОВ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	131
<i>Моисеев В.Э., Игнатович А.В., Карпенко А.Д.</i> ОБУЧАЮЩАЯ ИГРА «ПОИСК ПРЕДМЕТОВ» ДЛЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСОВ GOOGLE.....	132
<i>Науменко А.М., Казаков В.Е., Замжицкий О.Г.</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ JAVA FRAMEWORK FOR ROBOTINO.....	134
<i>Прозорова М.С.</i> ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО КАК НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО АППАРАТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	136
<i>Ражков А.Ф.</i> ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СОКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА КОХА И ЖАО.....	138
<i>Ражков А.Ф., Юхновский В.В., Васильчиков И.Д.</i> РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ SPOILER APP ДЛЯ СМАРТФОНОВ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСОВ GOOGLE.....	140
<i>Юхновская О.В., Юхновская А.В., Гундина М.А., Кондратьева Н.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ У СТУДЕНТОВ.....	142
<i>Юхновский В.В.</i> РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ DRAWING APP- ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА ДЛЯ СМАРТФОНОВ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID.....	145

УДК 621

**МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПЕНОПОЛИСТЕРОЛА  
ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

*Анисович А.Г.<sup>1</sup>, Маркевич М.И.<sup>1</sup>, Журавлева В.И.<sup>2</sup>, Чапланов А.М.<sup>1</sup>, Щербакова Е.Н.<sup>3</sup>*

*<sup>1)</sup> ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»*

*<sup>2)</sup> Военная академия Республики Беларусь*

*<sup>3)</sup> Белорусский национальный технический университет*

***Аннотация.** Приведены результаты изменения морфологии поверхности экструдированного пенополистирола «Батэплекс 35-Г4» до и после воздействия излучения лазера на алюмоиттриевом гранате с длиной волны 1064 нм, генерирующего в двухимпульсном режиме. Определены критические дозы воздействия излучения, приводящие к абляции материала.*

Общей тенденцией развития современного производства является использование новых современных технологий обработки материалов. Ведущее направление в этой области принадлежит лазерному воздействию. Процесс взаимодействия характеризуется рядом особенностей: лазерное воздействие является бесконтактным, можно удалять малые количества материала, зона влияния сосредоточена в микронном слое, поэтому характеристики материала остаются практически неизменными [1-3].

Лазерные технологии быстро развиваются и являются более гибкими. Такие лазерные технологии обработки материалов, как маркировка, резка, сверление основаны на процессе лазерной абляции. Вопросам взаимодействия лазерного излучения с твердыми телами посвящено большое количество работ (см. обзоры [1-3]), имеются данные по изменению морфологии поверхности и фазового состава, однако в этом неравновесном процессе взаимодействия есть неизученные режимы.

Цель работы – установить влияние лазерного воздействия на морфологию экструдированного пенополистирола «Батэплекс 35-Г4».

**Результаты исследований.** Для обработки материала использован лазер с модуляцией добротности LS-2134D на алюмоиттриевом гранате с длиной волны 1064нм, генерирующий в двухимпульсном режиме (импульсы разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов 10 нс).

Образованная в результате испарения вещества под действием первого импульса горячая абляционная плазма создает в приповерхностном слое область с повышенной температурой и пониженной областью давления воздуха, что приводит к более полному использованию энергии второго импульса для лазерной абляции. Материал облучали лазерным излучением в интервале энергий от 15 до 90 Дж при временах экспозиции от 20 секунд до 2,0 мин. Для снижения плотности мощности использовалась расфокусировка лазерного луча. Предельная отстройка от фокуса давала пятно диаметром 10 мм.

Исследования состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсионного (EDS) микроанализа, установленной на сканирующем электронном микроскопе SEM 515. Этот комплекс, в состав которого входят Si(Li) детектор со сверхультратонким окном, охлаждаемый жидким азотом, компьютер и пакет программного обеспечения Genesis SEM Quant ZAF software. Измерения проводились при различных значениях ускоряющего напряжения: от минимального порога чувствительности системы микроанализа (6,4 кВ) до максимального значения ускоряющего напряжения, равного 30 кВ [4].

Исследования структуры образцов проводились на металлографическом комплексе, на базе оптического микроскопа Микро-200, при увеличениях 100...2000 крат. Использовалось освещение по методу темного поля, позволяющее визуализировать неплоскостные участки образца [5]. Процесс абляции материала зависит от характеристик лазера (частота

излучения, интенсивность, скважность, длительность импульса, размер пятна) и вещества. В процессе абляции можно выделить: поглощение излучения и нагрев вещества до температуры испарения; образование плазмы и взаимодействие лазерного излучения с плазмой; быстропротекающие физико-химические превращения; разлет плазмы.

В процессе разрушения пенополистерола давление паров вызывает образование потока, который направлен к выходу от углубления. Этот поток выносит часть материала со стенок углубления, в результате чего удаленная масса оказывается больше. В начале воздействия идет испарение, после чего образуется плазма, поглощающая падающее излучение. Она разогревается сильнее и воздействует на мишень, как новый источник тепла, но уже не точечной формы. Совместное воздействие лазерного излучения и плазмы приводит к существенному изменению поверхностных свойств пенополистерола с учетом химических реакций в зоне воздействия.

На рисунке 1 представлена морфология исходного материала. Из рисунка видно, что имеется ячеистая структура, размер ячейки изменяется от 100 до 300 мкм. На рисунке 2а, 2б приведена микроструктура в сечении отверстия и по краям.

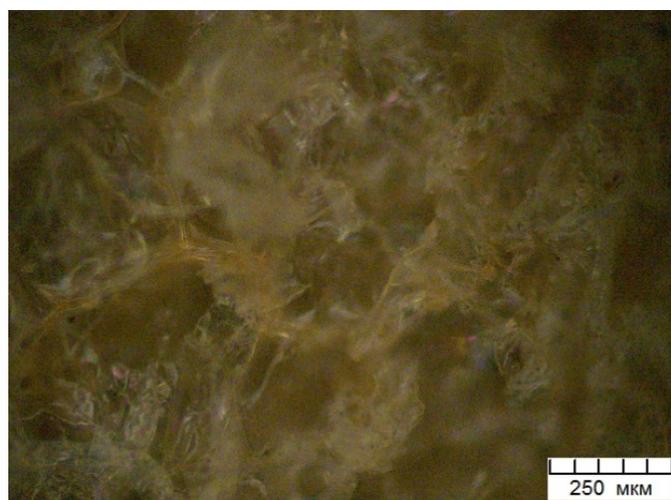


Рисунок 1 – Морфология поверхности исходного материала; оптический микроскоп

Из рисунка 2а следует, что диаметр сквозного отверстия составляет примерно 1600 мкм. Отверстие имеет овальную форму. В зоне воздействия происходит изменение структуры (см. рис. 1 и рис. 2), размер ячейки увеличивается, что очевидно приводит к уменьшению числа ребер жесткости на единицу объема материала и соответственно к уменьшению его прочностных характеристик.

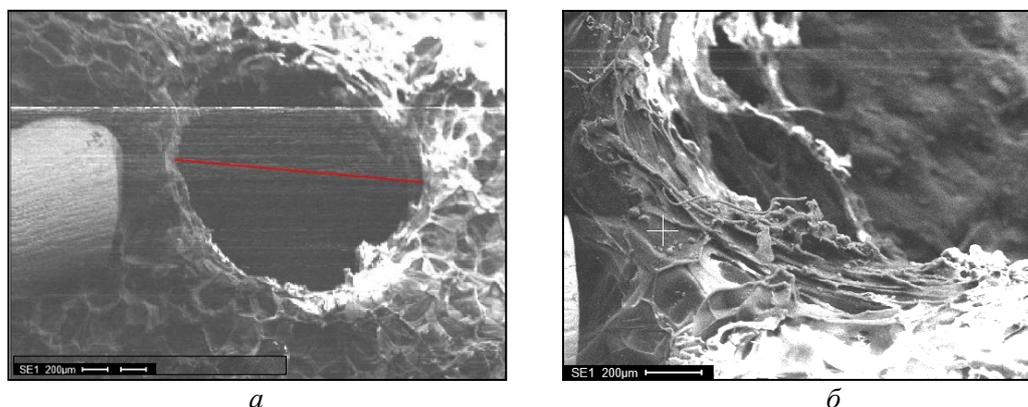


Рисунок 2 – Морфология поверхности, плотность мощности лазерного воздействия  $1,2 \cdot 10^7$  Вт/см<sup>2</sup>

На рисунке 3 приведены структуры оплавленной зоны. Хорошо различимы отдельные волокна, а также обугленная зона оплавления. Из рисунка 3 следует, что в результате процесса абляции при разрушении материала (сквозное отверстие) края отверстия оплавлены и вынос материала происходит неравномерно.

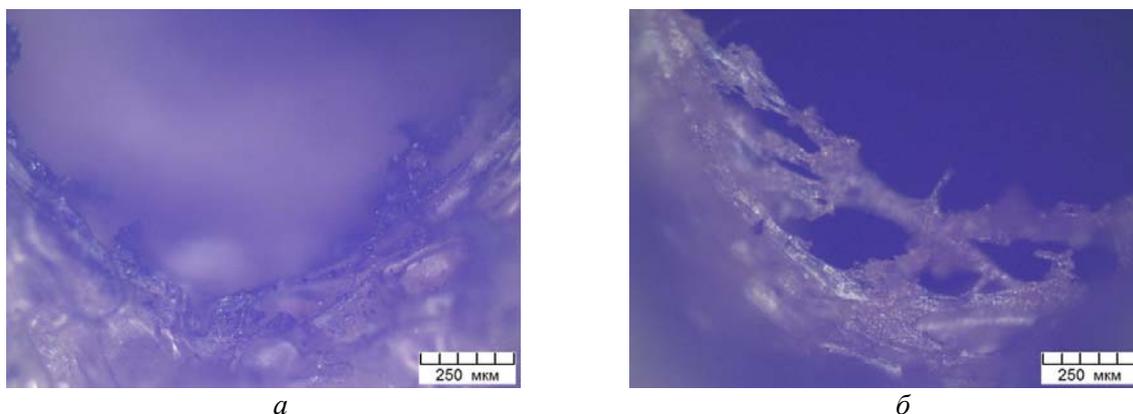


Рисунок 3 – Морфология структуры материала после лазерного воздействия

**Выводы.** Исследовано изменение морфологии поверхности материала от плотности мощности лазерного воздействия и времени экспозиции. Определены пороги разрушения пенополистерола.

#### Список использованных источников

1. Ахманов С.А., Емельянов В.И., Коротеев Н.И., Семиногов В.Н. Воздействие мощного лазерного излучения на поверхность полупроводников и металлов: нелинейно-оптические эффекты и нелинейно-оптическая диагностика // Успехи физических наук. – 1985. – Т.147. – Вып. 4. – С. 675-745.
2. Маркевич М.И., Чапланов А.М. Структурные превращения в тонких металлических пленках при импульсном лазерном воздействии // Известия Национальной академии наук Беларуси. – 2016. – №1. – С. 28-34.
3. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок // под ред. В.Я. Панченко. – М.: Физматлит. – 2009. – 664 с.
4. Goodhew P.J. Electron Microscopy and Analysis / P.J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland – New York: Taylor & Francis, 2001. – 251 p.
5. Анисович А.Г., Румянцева И.Н. Практика металлографического исследования материалов. – Мн.: Беларуская навука, 2013. – 221 с.

УДК 678.027:678.073:666.481

### ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ, РАЗРАБОТАННЫЕ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕНОМЕНА НАНОСОСТОЯНИЯ

Береснева А.В.<sup>1</sup>, Антонов А.С.<sup>1</sup>, Вишневецкий К.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

<sup>2</sup> Белорусский государственный технологический университет

e-mail: antonov.science@gmail.com

**Abstract:** *In this research, the technological methods for creation of dispersed particles with increased activity in interfacial processes that determine the structure of nanocomposite materials are proposed. The effects of increasing resistance to the thermo-oxidizing media impact in composites based on thermoplastic matrices containing nanoscale modifiers are established. The compositions of nanocomposite materials based on thermoplastic blends for heavy friction units have been developed.*

В современном материаловедении и технологии функциональных полимерных композитов для управления параметрами термоокислительных и деструкционных процессов, определяющих сроки эксплуатации изделий, используют функциональные компоненты – антиоксиданты, стабилизаторы, которые вводят в состав материалов на стадии их изготовления или переработки. Такие компоненты, представляющие собой дорогостоящие синтетические продукты, обеспечивают защитное действие в течение некоторого времени вследствие предотвращения или торможения цепных процессов термоокисления и термодеструкции, определяющие кинетику термостарения изделий. В Беларуси такие продукты малотоннажной химии промышленно не производят, что приводит к необходимости их закупки за рубежом [1].

Феномен наносостояния твердотельных компонентов различного состава, строения, технологии получения представляет собой ключевой объект исследования отечественных и зарубежных научных школ, определяющий развитие материаловедения и технологии материалов нового поколения – нанокпозиционных материалов (нанокпозиитов) [2, 3].

Целью исследований являлась разработка нанокпозиционных материалов на основе смесей термопластов с повышенными параметрами деформационно-прочностных, триботехнических характеристик и стойкостью к термоокислительной деструкции для изготовления элементов технологического оборудования и автокомпонентов.

Эффективным направлением повышения стойкости полимерных и композиционных материалов к термоокислительным и деструкционным процессам является реализация принципа многоуровневого модифицирования, который позволяет сформировать структуру, оптимизированную на молекулярном, надмолекулярном и межфазном уровнях, с повышенной устойчивостью к неблагоприятным эксплуатационным воздействиям [4].

Разработаны составы полимерных нанокпозиционных материалов с оптимизированной структурой, сформированной путем увеличения адсорбционного взаимодействия функциональных групп (полярных и поляризованных) макромолекулы с активной поверхностью, позволяющего снизить сродство к кислороду и уменьшить скорость диффузии кислорода и кислородсодержащих производных через структуру с сеткой лабильных физических связей. Одновременное влияние частицы модификатора, находящегося в наносостоянии, на параметры молекулярной, надмолекулярной и фазовой структуры позволило обеспечить реализацию синергического эффекта повышения параметров деформационно-прочностных, триботехнических параметров и стойкости к воздействию термоокислительных сред.

Технологически предложенная научная идея реализована путем формирования в поверхностном слое наноразмерных частиц заданного состава на стадиях переработки композиционного материала или обработки готовых изделий путем введения прекурсоров с различной устойчивостью к термическим воздействиям.

Проведенные исследования свидетельствуют о существенной роли энергетического состояния дисперсной частицы в процессах межфазного взаимодействия. Поэтому направленное создание в структуре полимерного материала частиц, находящихся в наносостоянии, на различных стадиях технологического процесса позволяет не только увеличить интенсивность антиокислительного действия традиционных антиоксидантов (стабилизаторов), но и использовать в качестве антиоксидантов наноразмерные частицы или частицы микронного диапазона с морфологией поверхностного слоя, обеспечивающей проявление наносостояния. Кроме того, оптимизация структуры на различных уровнях организации способствует повышению параметров прочности, гидрофобности, износостойкости, стойкости к многоцикловым воздействиям.

Реализация феномена наносостояния позволяет использовать в качестве многофункциональных модификаторов, в том числе обладающих свойствами нецепных

стабилизаторов и ингибиторов, дисперсные частицы различного состава и технологии получения не только с наноразмерной дисперсностью, но и с микрометровой дисперсностью после технологического воздействия, обеспечивающего приобретение ими наносостояния.

Разработанные составы композиционных материалов с повышенными параметрами деформационно-прочностных, триботехнических характеристик и стойкости к термоокислительному старению на основе полиамидов (ПА6, ПА6.6), полиолефинов (ПЭНД, ПП, ПЭВД регенерированные) рекомендованы для использования в качестве материалов функциональных покрытий карданных валов, токарных патронов (ОАО «Белкард», ОАО «БелТАПАЗ»), сигнальных и опознавательных элементов для подземных коммуникаций (ОАО «Белвторполимер»).

Исследования проводились при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках выполнения задания по договору №Т18М-139 «Реализация феномена наносостояния в механизмах нецепной стабилизации полимерных композитов» от 30.05.2018 г.

#### **Список использованных источников**

1. Струк В.А. Трибохимическая концепция создания антифрикционных материалов на основе многотоннажно выпускаемых полимерных связующих: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.01 / В.А. Струк. – Минск, 1988. – 325 с.

2. Авдейчик С.В. Фактор наносостояния в материаловедении полимерных нанокомпозитов / С.В. Авдейчик, В.А. Струк, А.С. Антонов. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. – 468 с.

3. Особенности реализации наноразмерности в композитах на основе полимерной матрицы / С.В. Авдейчик, В.А. Струк, В.Г. Сорокин, А.С. Антонов // Наноматериалы и наноструктуры – XXI век. – 2016. – Т. 7, №2. – С. 37–44.

4. Антонов А.С. Композиционные материалы на основе смесей термопластов для повышения эксплуатационного ресурса элементов технологического оборудования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.16.09 / А.С. Антонов; Белорусский гос. технологический ун-т. – Минск, 2018. – 26 с.

УДК 656.073.7

### **ВАЖНЕЙШИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*Божанов П.В.*

*Белорусский национальный технический университет*

Одним из аспектов повышения эффективности логистической системы является транспортировка продукции, которая интегрируется в логистические цепи, с предоставлением услуг по управлению материальными потоками и сопровождению связанных с ними информационными и финансовыми потоками. Показатели эффективности транспортировки продукции, как основного связующего элемента логистической системы, обеспечивают формирование и обоснование совокупности критериев ее эффективности. Это обусловлено необходимостью определения общего подхода к проектированию процесса транспортного обслуживания участников логистических цепей поставок товаров, профессионального понимания сущности перевозок, требований к уровню транспортного обслуживания, включаемых в него операций, компромиссных решений.

Для проведения анализа эффективности логистической системы необходима совокупность показателей, которая формируется на основе критериев эффективности функционирования этой системы. В связи с этим, главным понятием выступает то, что эти критерии отражают основные задачи различных участников логистической деятельности, которые взаимно согласуются в процессе их совместного вхождения в логи-

стические системы и адаптируются с внешней средой этих систем. Для повышения эффективности поставок грузовладельцами формируются логистические системы, состоящие из автономных элементов (предприятий, иных организационных структур), соответственно оценка эффективности их функционирования представляет собой сложную задачу, учитывая, что в логистических системах пересекаются интересы различных участников.

Критерии, по которым оценивается эффективность логистической системы, формируются на основе показателей эффективности управления звеньями этой системы. Учитывая, что любая логистическая система создается для повышения эффективности продвижения материальных потоков, то адекватная оценка эффективности отдельного звена в логистической системе является сложным вопросом. Критерии эффективности логистической системы в большинстве случаев основываются на оценке эффективности перевозок в логистической системе.

Единого мнения о составе системы критериев оценки эффективности логистических систем в научной литературе не выявлено, при этом существуют три большие группы моделей классической оценки эффективности организаций. Наибольшую известность получили модели, ориентированные на основные задачи [1], их идея заключается в том, что эффективность определяется способностью достигать планируемых основных задач. При этом есть объективные сложности в формировании главной задачи и описании ее количественной характеристики.

Другой группой моделей выступают модели, основанные на системных критериях, являющихся общими для основных участников логистической системы, они обеспечивают внутреннюю согласованность задач основных участников логистической системы и повышают адаптируемость и сопротивляемость систем внешним негативным факторам. Эти модели обеспечивают внутреннее единство логистической системы и гарантируют ей функционирование в изменяющейся среде.

Третья группа моделей формируется на основе критериев стратегических составляющих логистической системы, оценка ее эффективности выполняется исходя из критериев, которые обеспечивают в логистической системе минимально допустимый уровень пользы для ее участников, задачи которых различны. Эти критерии исключают то, что эффективность логистической системы может быть оценена, исходя из прогнозируемых критериев, и соответственно выбираются критерии, позволяющие обеспечить минимальный уровень удовлетворения для участников логистической системы, основные задачи которых могут не совпадать.

Логистический подход к организации эффективных цепей поставок требует при создании логистических систем согласованности функций логистических элементов с общими целевыми функциями логистической системы. Использование системного подхода при создании логистических цепей позволяет достичь синергетического эффекта, который получается в результате применения организационно-экономических мер, выражающихся в повышении взаимодействия и взаимной интеграции звеньев логистической системы и исключения дублирования логистических операций. Логистическая система, как система кооперированных, согласованно действующих элементов, относится к классу синергетических и может быть описана и исследована при помощи математического и понятийного аппарата синергетики [2].

Синергетический эффект логистической системы формируется при кооперации ее элементов в упорядоченную систему, эффективность которой растет нелинейно, т.е. при объединении участников этой системы в линейно упорядоченную систему ее эффективность возрастает по мере включения в нее новых элементов, занятых переработкой и пропуском материального потока. Максимальная эффективность логистической системы достигается включением в ее состав участников, занятых обслуживанием ма-

териального потока на всем пути его движения. Проведение оценки уровня синергетического эффекта функционирования логистической системы требуют использования совокупности показателей эффективности, основными из которых являются:

- уровень материальных запасов и сокращение потребности в их хранении;
- время прохождения материальных потоков в логистической системе;
- продолжительность цикла обслуживания заказа, качество и уровень логистического сервиса;
- сохранность продукции при ее доставке;
- размеры партий грузов (степень дискретизации материальных потоков);
- уровень использования производственных мощностей;
- производительность, адаптивность, надежность и устойчивость работы логистической системы [3];
- срок доставки согласованного объема грузов с использованием минимального уровня запасов товаров в пути, возможность перевозки разных размеров партий грузов и неоднородных грузов, уровень использования грузоподъемности и вместимости транспортных средств.

Оценка эффективности логистической системы основана на анализе данных показателей, которая является простой для понимания и сложной в ее подготовке, заключающаяся в обработке больших объемов анализируемых предварительно нормируемых показателей. Здесь эффект определяется как экономия средств, получаемая в результате достижения прогнозных значений показателей оценки эффективности логистической системы, выражаемый в сокращении:

- затрат (приведенных или дисконтированных) на хранение и учет материальных ресурсов в результате сокращения уровня материальных запасов;
- оборотных средств, замороженных при транспортировке продукции и ее хранении на складе;
- объема погрузочно-разгрузочных операций при поступлении материальных ресурсов в переработку минуя их хранение;
- потерь материальных ресурсов вследствие уменьшения времени их доставки и хранения;
- срока движения материальных потоков, доставляемых по принципу точно в срок. Эффект ускорения оборота подвижного состава обеспечивает сокращение срока доставки продукции на всех фазах перевозки;
- разрывов информационного отслеживания движения материальных ресурсов, что повышает надежность оперативного планирования на всех этапах перевозки и получить дополнительный эффект, который характеризуется исключением потерь из-за нарушения регулярности поступления информации в пункт назначения груза. Из-за нарушения регулярности получения оперативной информации о движении материальных ресурсов возникает задержка в оперативном планировании работы отправителя и получателя грузов и задержка в обслуживании подвижного состава.

Названные составляющие эффективности применимы для простейшей логистической системы, созданной по принципу склад производства – транспорт – склад потребления, при увеличении количества элементов логистической системы модель эффективности этой системы должна быть дополнена составляющими, характеризующими эффект от использования других логистических функций. Кроме сложности расчетов оценки эффективности, связанной с большим объемом анализируемых показателей, недостаток данной методики состоит в том, что необходимо использовать нормируемые показатели, по которым дается оценка эффективности логистической системы.

Проектирование операций логистического обслуживания материальных потоков должно осуществляться таким образом, чтобы участники цепей поставок пользовались

унифицированными показателями эффективности. Улучшение этих показателей возможно за счет оптимизации схем маршрутов перевозок и выбором наиболее эффективных транспортных средств. При этом необходимо определить, кто главным образом обеспечит эффективную работоспособность логистической системы, т. е. кто будет организатором и оператором этой системы.

Присутствуют различные способы решения вопросов логистического обеспечения движения материальных потоков, которые реализуются как транспортными экспедиторами и логистическими провайдерами, так и самими перевозчиками. Однако участие посредников в организации и управлении логистической системой приводит к закономерным экономическим противоречиям, поскольку задачи участников этой системы различны, для одних – это максимизация прибыли от их деятельности в этой системе, для других – сокращение расходов на транспортировку и сопровождение товаров. В результате получается, что полноценная реализация логистических принципов в цепях поставок усложняется, что в свою очередь влияет на уровень эффективности функционирования логистической системы.

Предполагается, что технико-эксплуатационные особенности различных видов транспорта при их взаимодействии на основе автомобильного транспорта обеспечат перевозчикам надежное положение на рынке транспортных услуг, особенно в условиях повышения спроса на перевозки мелкими отправлениями различным адресатам, которые, в свою очередь, ускоряют развитие автоматизированной обработки данных о товаропотоках в условиях роста контейнеризации перевозок и пакетизации товаров. Среди основных задач перевозчика в логистической системе можно выделить предоставление услуг по комплексному обслуживанию товаропотоков, анализ узких мест и неэффективных звеньев цепей поставок, выработка оптимальных решений по совершенствованию цепей поставок.

Современные рыночные факторы стимулируют развитие персонального подхода к оптимизации цепей поставок товаров в части повышения их эффективности путем сокращения барьеров и повышения скорости движения грузопотока, исключения дублирующих звеньев, сокращения операционных издержек. Важное значение имеет размер транспортных издержек, который в основном зависит от схем маршрутизации, разрабатываемых в соответствии с требованиями заказчика и перевозчика с учетом возможностей доступа к соответствующей транспортно-логистической инфраструктуре и характеристик грузов.

При принятии организационно-экономических решений по совершенствованию логистической системы, следует учитывать показатели риск-аппетита, т.е. приемлемый уровень рисков, на который можно пойти при осуществлении логистической деятельности или выполнении отдельных ее операций, которые несут в себе риски. Так, уменьшение влияния показателей рисков срыва поставок с помощью увеличения уровня запасов в пути будет стоить предприятию столько, на сколько придется увеличить издержки на транспортировку и содержание этих дополнительных запасов.

При этом важно учитывать, что полностью избавиться от влияния рисков на деятельность логистических систем перевозок грузов невозможно. Если после выбора метода управления влиянием рисков (принятие их воздействия, смягчение последствий или защита от риска) результат оценки остаточного влияния рисков превышает риск-аппетит, необходимо пересмотреть уровень приемлемости влияния рисков либо выбрать в качестве метода управления избежание последствий рисков, который предполагает отказ от выполнения отдельных логистических операций или всей логистической деятельности, несущей в себе как потенциальные выгоды, так и риски.

### Список использованных источников

1. Менар К. Экономика организаций: пер. с франц. / Под ред. А.Г. Худокормова. – М.: Инфра-М, 1996.
2. Корнилов С.Н. Основы логистики: учеб. пособие / С.Н. Корнилов, А.Н. Рахмангулов, Б.Ф. Шаульский. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 302 с.
3. Смехов А.А. Основы транспортной логистики: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1995.

УДК 621.43

### ГАЗЫ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Быстренков О.С.

Белорусский национальный технический университет  
e-mail: oleg.bystrenkov@mail.ru

*Abstract.* Gases such as propane, butane, methane and hydrogen are used as fuel for internal combustion engines. They can be either liquefied or compressed before being fed into the engine. The terms used in the literature and regulations differ from source to source. This makes it difficult to understand and use them correctly.

По состоянию, в котором газ находится перед подачей в двигатель, различают сжатые и сжиженные газы [1,2].

Сжатые газы – газы, остающиеся в газообразном состоянии при сжатии их до любого высокого давления в нормальных температурных условиях.

Сжиженные газы – газы, которые превращаются в жидкость при сравнительно невысоком давлении и нормальных температурных условиях или при атмосферном давлении и относительно небольшом снижении температуры или превращенные в жидкость глубоким охлаждением и сохраняются в жидком виде в теплоизолированных сосудах (термосах).

Исходя из данных определений, следует разобраться с терминами, встречающимися в литературе и в государственных стандартах в нашей стране и за рубежом. К примеру, в странах СНГ сжиженными углеводородными газами (СУГ), со времен СССР, называют сжиженные пропан, бутан и их смеси. Во многих странах эти продукты называют сжиженные нефтяные газы (СНГ). Часто смесь пропан-бутана называют сжиженный пропан-бутан (СПБ). Также, если рассматривать именно сжиженные газы, можно встретить аббревиатуры СПГ и СЖПГ, обе они будут соответствовать одному термину – сжиженные природный газ. В данном термине под словом «природный» часто подразумевают газ метан, так как он является основным компонентом природного газа, который также является углеводородным газом, так как состоит в основном из углеводородного газа – метана (СН<sub>4</sub>). Таким образом, за одним и тем же продуктом (сжиженным пропан-бутаном) в нормативных документах и технической литературе установились три термина: СУГ, СНГ, СПБ. Аналогичная ситуация наблюдается со сжатым метаном. Встречаются термины сжатый природный газ (опять же СПГ), компримированный (компрессированный) природный газ (КППГ), сжатый газ метан (СМ).

За рубежом встречаются следующие термины: LPG (liquefied petroleum gas) – сжиженный нефтяной газ, LNG (liquefied natural gas) – сжиженный натуральный (природный) газ, LHG (liquefied hydrocarbon gas) – сжиженный углеводородный газ, CNG (compressed natural gas) – сжатый натуральный (природный) газ, CMG (compressed methane gas) – сжатый газ метан и др.

Если рассматривать содержание данных терминов, то, к примеру, к термину LPG относятся углеводороды С<sub>3</sub>, С<sub>4</sub> (включая нормальный пропан, бутан, изобутан) и их смеси, которые получают именно из нефтяного попутного газа, а термину LNG соответствуют углеводороды С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>, получаемые из природного (натурального) газа.

Также следует отметить, что в настоящее время наряду с более традиционными газовыми и жидкими топливами имеют место и более современные, к примеру: синтетическое жидкое топливо (СЖТ) или зарубежный термин GTL – gas-to-liquid (газ в жидкость) – это промышленный процесс синтетического преобразования природного газа в жидкие углеводороды и производство моторного топлива, но не из нефти, а из газа. Здесь можно рассматривать и сопутствующие технологии конверсии метанола в бензин MTG (methanol to gasoline), метанола в олефины МТО (methanol to olefins), олефинов в бензин MOGD (olefins to gasoline and distillates), а также получение диметилового эфира DME.

Анализ литературы и нормативных документов показывает, что терминология отличается от одного источника к другому, и терминологий зарубежных стран. Так авторы отмечают, что терминология западных стран отличается от отечественной, что не позволяет напрямую использовать на практике ни один из данных стандартов.

В развитых странах параллельно с расширением рынка и сфер применения развивалась и совершенствовалась и нормативно-техническая база, регламентирующая порядок работы с новыми видами топлива, основы техники безопасности при работе с ними, правила проектирования, строительства и эксплуатации систем, применяющих данные топлива. Однако в нашей стране, несмотря на растущие интересы к данным видам топлива, нет достаточной нормативно-правовой базы.

При анализе этих документов прослеживаются два направления: с одной стороны – стремление к их международной унификации, с другой – к учету национальных особенностей в технических подходах, характерных для каждой групп стран.

Анализ установившихся терминов и химического состава сжиженных углеводородных газов показывает, что под термином «сжиженные углеводородные газы» следует понимать все сжиженные углеводородные газы (метан, этан, этилен, пропан, бутан и др.).

Разделять в терминологии сжиженные газы следует по принципу, какой газ или смесь газов сжижается: природный газ – сжиженный природный газ (СПГ); сжиженный пропан, бутан и их смеси – сжиженный пропан-бутан (СПБ); этилен – сжиженный этилен (СЭ). Такой же подход может быть применим и к сжатым газам.

#### **Список использованных источников**

1. Генкин К.И. Газовые двигатели / К.И. Генкин. – М.: Машиностроение, 1977. – 196 с.
2. Самоль Г.И. Газобаллонные автомобили / Г.И. Самоль, И.И. Гольдблат. – М.: Автотрансиздат, 1961. – 142 с.

УДК:629.062

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА**

*Горбачёв Д.В., Рахлей А.И.*

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время во всех развитых странах выпускаются энергонасыщенные тракторы, которые позволяют значительно повысить эффективность использования тракторных поездов для перевозки грузов. Высокие транспортные скорости делают применение тракторного транспорта эффективным не только на внутривладельческих, но и на межхозяйственных перевозках. С повышением транспортных скоростей и грузоподъемности тракторных поездов, а также с выходом их на дороги с интенсивным движением, особое значение приобретает эффективность тормозной системы, обеспечивающая безопасность движения и, в частности, обеспечение устойчивости движения звеньев тракторного поезда при торможении. Под устойчивостью тракторного поезда следует понимать его способность, без участия водителя сохранять заданное направление движения и противостоять действию внешних возмущающих сил. От тормозных

свойств зависит не только безопасность движения, но и степень реализации скоростных возможностей.

Для тракторных поездов изучение явления потери устойчивости занимает специальное место в связи с тем, что имеется ряд особенностей и проблем, таких как:

1. трактор не является грузонесущей машиной, и поэтому, в частности для большегрузных тракторных поездов, особо остро ставится проблема согласования торможения звеньев тракторного поезда, так как вес прицепов в 3-4 превосходит вес тягача, что приводит к значительным усилиям сжатия в тягово-сцепных устройствах;

2. трактор менее устойчив при торможении, так как имеет более высокое расположение центра тяжести и меньшую базу, чем у буксируемых прицепов.

Используемый в тормозных системах прицепов однопроводный пневмопривод с управлением от тормозного крана, устанавливаемого на тракторе, не дает возможности обеспечить синхронное торможение звеньев тракторного поезда, что создает условия для возникновения сил сжатия в сцепных устройствах и как следствие, потере устойчивости при торможении, а именно складыванию звеньев или их опрокидыванию (рисунок 1).

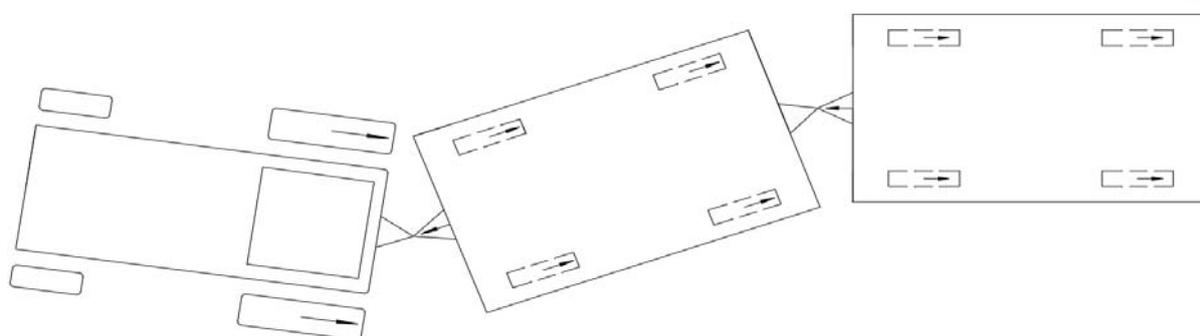


Рисунок 1 – Складывание звеньев тракторного поезда

В связи с этим задача обеспечения устойчивости при торможении является актуальной. Для решения этой задачи необходимо обеспечить высокое быстродействие и синхронность торможения звеньев тракторного поезда при одновременном рациональном распределении тормозных сил между их мостами и следящим действием тормозного привода.

Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования тормозных систем многозвенных тракторных поездов является применение в них следящих электропневматических тормозных приводов, с электронным управлением, которые позволяют получить близкий к оптимальному процесс торможения многозвенного тракторного поезда.

Однако применение следящих электропневматических системы с электронным управлением из-за наличия электронного блока управления, датчиков перемещения тормозной педали, датчиков давления, электропневмомодуляторов, усложняет конструкцию тормозной системы и ее стоимость, что нецелесообразно для решения относительно узкой задачи использования тракторного поезда для перевозки грузов. Поэтому более простым решением может быть применение не следящих корректирующих электропневматических устройств, устанавливаемых на воздухораспределительные клапаны пневмопривода тормозов прицепов тракторного поезда (рисунок 2).

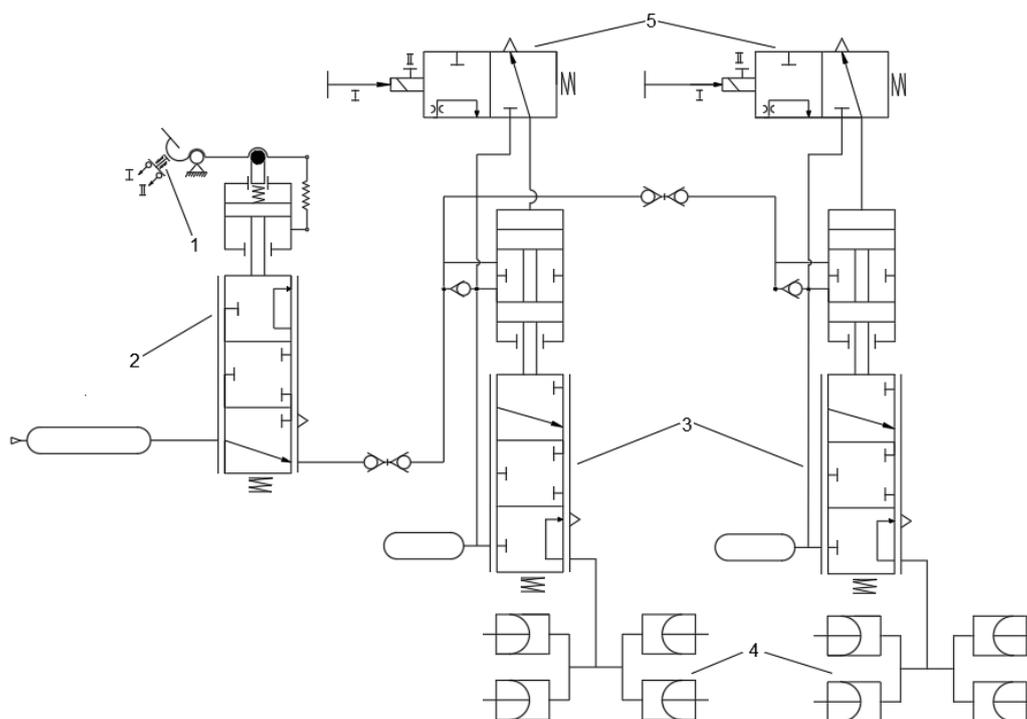


Рисунок 2 – Схема тормозного пневмопривода тракторного поезда с неследящей корректирующей электропневматической цепью

Предлагаемая схема тормозного пневмопривода тракторного поезда с не следящей корректирующей электропневматической цепью, работающей только в переходном режиме, позволяет обеспечить синхронное торможение звеньев тракторного поезда в случаях экстренного торможения, при подтормаживании на уклоне и т.д.

При использовании предлагаемой схемы тормозного пневмопривода тракторного поезда с не следящей корректирующей электропневматической цепью, воздухораспределительные клапаны 3, в первую очередь, будут срабатывать от управляющих пневматических сигналов, поступающих от электропневматических клапанов 5, которые, в свою очередь, будут срабатывать при замыкании контактного выключателя 1, связанного с тормозной педалью, а следящее действие будет поддерживаться тормозным краном 2 штатного пневмопривода.

Для оценки работоспособности предлагаемого тормозного пневмопривода, необходимо разработать математическую модель динамики торможения тракторного поезда с учётом работы пневмопривода с электропневматической корректирующей цепью.

УДК 629.032

## К ВОПРОСУ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ СЕМЕЙСТВА «БЕЛАРУС»

*Гуськов В.В., Поварехо А.С., Павлова В.В., Сушнев А.А.  
Белорусский национальный технический университет*

Известен ряд способов повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов, основными из которых являются: использование полного привода, сдвиг шин, использование балласта, блокировка межосевых и межколесных дифференциалов.

Результаты проведенных исследований показали, что балластирование – не самый эффективный инструмент для уменьшения буксования. Увеличение общей массы трактора приводит к увеличению нагрузки на почву, ее повреждению, снижению экономи-

ческих показателей. Сдвиг шин приводит к увеличению габаритных размеров тракторного агрегата и ухудшению его поворачиваемости. Блокировка узлов распределения мощности не решает вопросов колеобразования и потери тяги на грунтах со слабой несущей способностью.

С другой стороны, установлено, что при рабочих скоростях 9...12 км/ч, например, при выполнении основной обработки почвы, тяговую мощность ограничивает пятно контакта шины с почвой. Основной задачей становится снижение коэффициента буксования за счет улучшения сцепления шин и почвы.

Со снижением давления в шине увеличивается пятно контакта с почвой, нагрузка распределяется по большей площади. Вследствие пониженного давления шины в меньшей степени заглубляются в почву. Таким образом, снижается сопротивление качению и уменьшаются потери на уплотнение почвы. К тому же за счет увеличения опорной поверхности улучшаются сцепные свойства шины с почвой, что позволяет передать большую тяговую мощность. Особенно это явление проявляется при движении машины по грунтам со слабой несущей способностью (рисунок 1).

На данном рисунке представлены зависимости силы сопротивления движению  $F_{спр}$  и касательной силы тяги  $F_k$  от давления воздуха в шине, при работе на стерне суглинка нормальной влажности.

Результаты исследований процесса взаимодействия колесного движителя с грунтовой поверхностью, проведенные сотрудниками кафедры «Тракторы» БНТУ показали, что касательная сила тяги трактора в общем случае является функцией буксования (рисунок 2).

Из рисунка 2 видно, что касательная сила тяги  $F_k$  растет в зависимости от буксования  $\delta$  до определенного предела  $\delta_{opt}$ , а затем начинает снижаться. Объясняется это тем, что при взаимодействии шины, оборудованной грунтозацепами, с грунтовой поверхностью, последние сдвигают грунт в направлении, обратном движению машины и на участке от 0 до  $\delta_{opt}$  движущая сила пропорциональна усилиям сдвига  $T_{cd}$ .

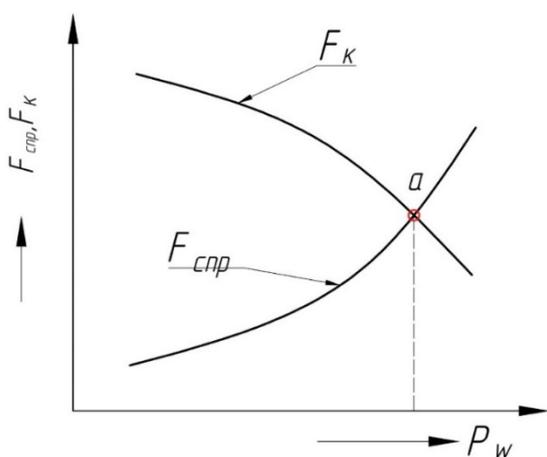


Рисунок 1 – Тягово-сцепные свойства колесного трактора

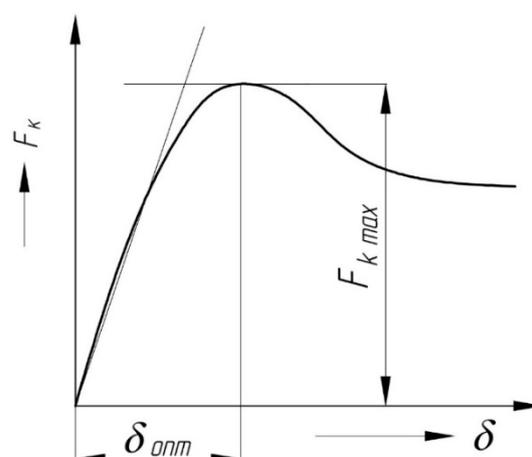


Рисунок 2 – Зависимость движущей силы от буксования

При достижении буксования  $\delta_{opt}$  грунтозацепы срезают грунтовые «кирпичи» и образуется «земляное» колесо, т. е. трение сдвига  $T_{cd}$  заменяется трением скольжения  $T_{ск}$ , а как известно  $T_{cd} > T_{ск}$ .

Пройодимость колесных машин по грунтам со слабой несущей способностью (перевлажненные минеральные, торфяники и др.) определим уравнением  $F_k > F_{спр}$ , т.е. максимум движущей  $F_k$  силы (при  $\delta = \delta_{opt}$ ) должен быть больше силы  $F_{спр}$  сопротивления движению.

В качестве подтверждения приведенных положений следует отметить, что в последнее время развивается данный способ повышения тягово-сцепных свойств и проходимости машин по грунтам со слабой несущей способностью за счет регулирования давления воздуха в шинах ведущих колес трактора.

В частности, в 2017 г. на международной выставке сельскохозяйственных тракторов и машин фирма «Fendt» (ФРГ) представила сельскохозяйственный колесный трактор тягового класса 5,0 с двигателем мощностью 360 л.с. с системой регулирования воздуха в шинах (рисунок 3).



Рисунок 3 – Трактор фирмы Fendt на полевых испытаниях по регулированию давления воздуха в шинах

Фирма провела исследование влияния давления воздуха в шинах этого трактора на его тягово-сцепные свойства при работе на суглинке нормальной влажности ( $w=14 - 16\%$ ) при различных сельскохозяйственных работах.

В результате исследований было выявлено существенное повышение мощности на крюке при регулировании давления (рисунок 4). Также существенно понижается и расход топлива при различного вида работах.

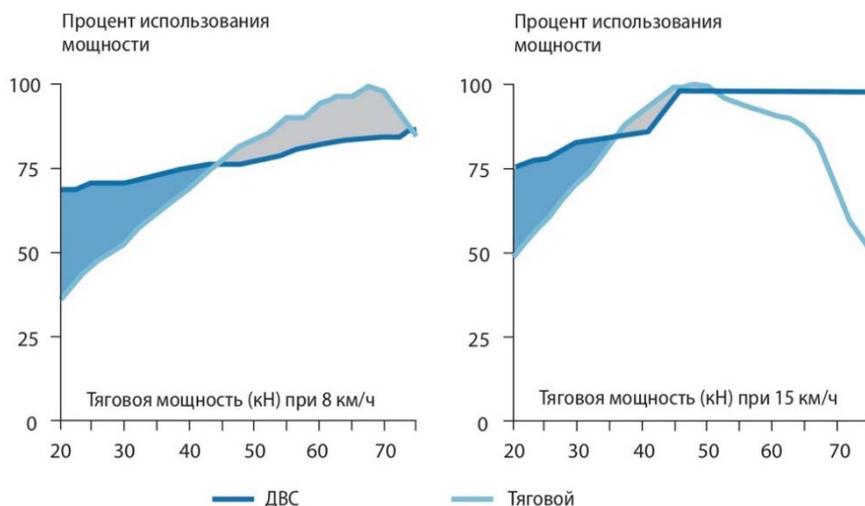


Рисунок 4 – Взаимозависимость относительных показателей тяговой мощности и мощности ДВС

При этом нужно отметить, что давление регулировалось водителем при остановке трактора в зависимости от сезона, категории грунтовой поверхности и вида работ. В большинстве проанализированных систем процесс регулирования давления также

является или ручным, или, в крайнем случае, полуавтоматическим что, по нашему мнению, снижает эффективность рассматриваемого метода.

Нами предлагается система автоматического регулирования давления, в зависимости от вида работ и поверхности движения (рисунок 5).

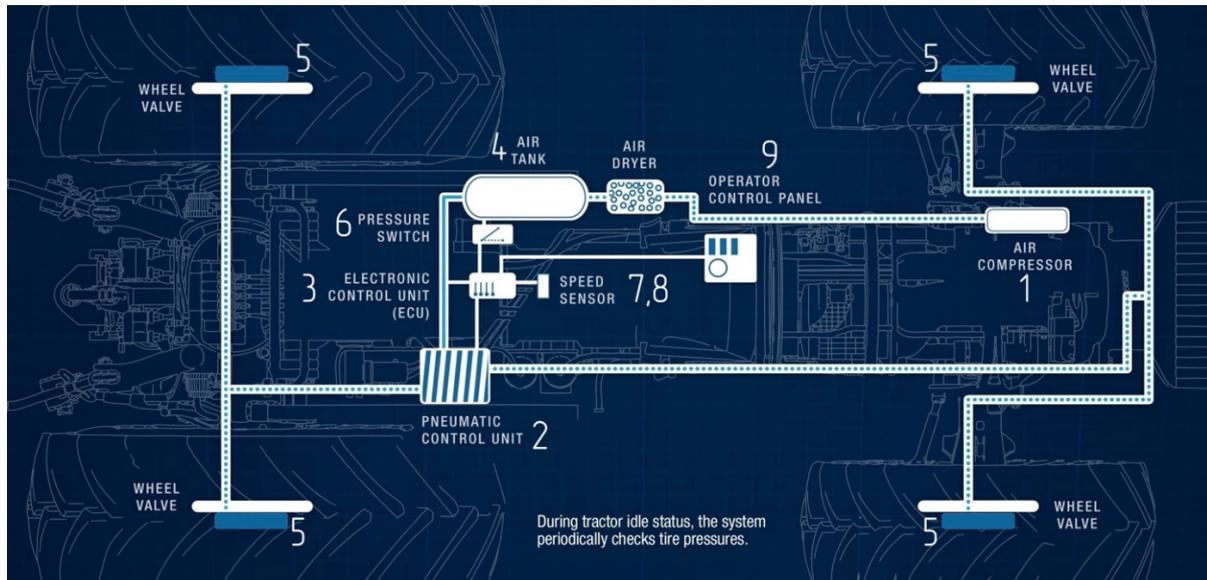


Рисунок 5 – Принципиальная схема системы автоматического регулирования давления воздуха в шинах: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – тройной защитный клапан; 4 – ресивер; 5 – шинный клапан; 6 – датчик давления; 7 – датчик реальной скорости; 8 – датчик теоретической скорости; 9 – электронный блок

Воздух от компрессора 1 подается в ресивер 4, из которого при помощи шинного клапана 5, управляемого электронным блоком 9, непосредственно в шину. Управление давлением воздуха в шинах осуществляется электронным блоком по сигналам от датчика реальной скорости 7, датчика теоретической скорости 8 и датчиков крутящего момента 6 путем управления шинными клапанами.

В результате исследований предложено автоматическое регулирование давления воздуха в шине в зависимости от условий движения путем электронного устройства, которое реализует данные процессы взаимодействия колесного движителя, а именно: «сравнение» давления воздуха в зависимости от достижения максимальной движущей  $F_k$  силы или при достижении оптимального  $\delta_{opt}$  условия (рисунок 7).

Первый путь требует установки датчиков, определяющих максимальную  $F_k$  силу, и электронного устройства, реализующего зависимость  $F_k = f(\delta)$ . При этом реализуется уравнение вида:

$$dF_k / d\delta \rightarrow 0.$$

Второй путь требует установки датчиков теоретической  $V_T = \omega \cdot r_k$  и действительной  $V_d = V_T \cdot (1 - \delta)$  скорости движения трактора (рисунок 8). При этом реализуется уравнение вида:

$$d\delta / dF_k \rightarrow \infty.$$

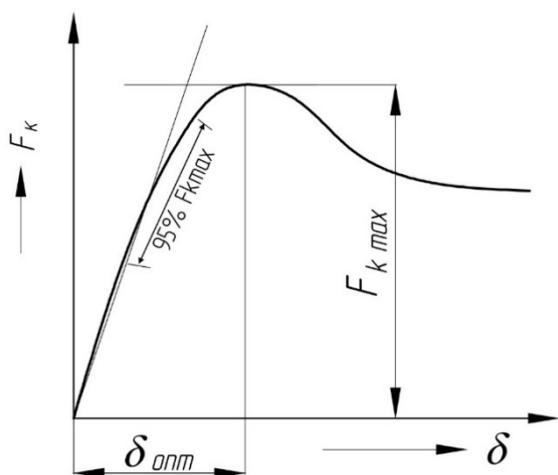


Рисунок 6 – Регулирование давления в зависимости от касательной силы тяги  $F_k$

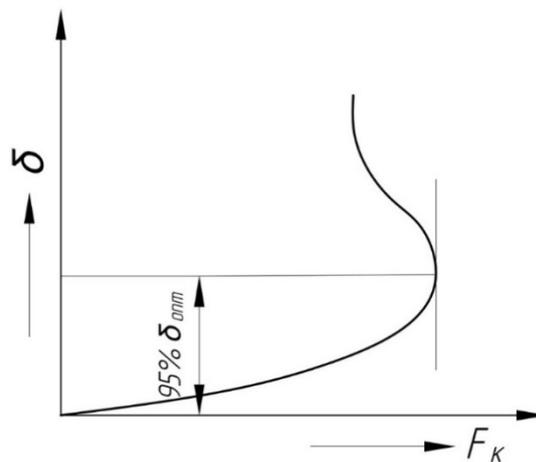


Рисунок 7 – Регулирование давления воздуха в шине в зависимости от буксования  $\delta$

При реализации этой системы регулирования требуются создания клапанов с пропускной способностью снижения давления от максимального до минимального в течение 1,0-1,5 с.

Электронное устройство должно реагировать на датчики движущей  $F_k$  силы или буксования (рисунок 8).



Рисунок 8 – Блок-схема электронного устройства

В результате выполненных исследований можно сделать вывод, что создание системы автоматического регулирования давления воздуха в шинах тракторов семейства «БЕЛАРУС» должно дать значительный экономический эффект за счет рационального использования мощности двигателя и снижения расхода топлива, а также работы трактора на грунтах со слабой несущей способностью, в частности, на торфяниках и переувлажненных грунтовых поверхностях.

УДК 501.22:621.763

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАКРОГЕТЕРОГЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПАРАХ ТРЕНИЯ

*Калиниченко В.А.*

*Белорусский национальный технический университет*

Повышение износостойкости поверхностей деталей в узлах трения является одной из приоритетных задач машиностроения. Для решения данной задачи целесообразно переходить к использованию новых перспективных материалов включая композиционные. Известно много технологий создания композиционных материалов таких как порошковая металлургия, лазерная наплавка, адгезивные технологии, а также литейное производство. У последней технологии есть большие перспективы, связанные с невысокой стоимостью технологического оборудования и оснастки по сравнению с другими способами. В НИИЛ ПТФ разработаны композиционные материалы с макрогетероген-

ной структурой на основе матрицы из сплавов меди, армированные железуглеродистыми гранулами. Данный тип материалов применяется для тяжело нагруженных пар трения, применяемых в различных областях промышленности.

Технико-экономические показатели по результатам испытаний и освоения показывают, что применение предлагаемых материалов и технологии их изготовления обеспечивает снижение стоимости изделий по сравнению с деталями, получаемыми порошковой металлургией, на 40-100% за счет применения литейной технологии и возможности применения вторичных сплавов при обеспечении высоких физико-механических свойств.

Повышение износостойкости поверхностей деталей в узлах трения является одной из приоритетных задач машиностроения. Разнообразие режимов эксплуатации узлов трения требует создание триботехнических материалов, наиболее эффективных для применения в конкретных условиях.

При эксплуатации машин и оборудования важную роль играет снижение расходов на техническое обслуживание, плановые и текущие ремонты [1, 2]. Одним из методов их уменьшения является повышение надежности узлов и агрегатов. В узлах трения данный аспект может быть решен с помощью выхода эксплуатационных свойств материала в режим «безизносного трения», для реализации такого эффекта наиболее предпочтительно – идеальное выполнения принципа Шарпи [3]. Литые композиционные материалы (КМ) с матрицами на основе медных сплавов и армирующими чугунами гранулами максимально приближены к заявленному принципу [3]. За счет введения в металлическую матрицу высокопрочных и высоко модульных гранул удается резко повысить прочность, жаропрочность, трещиностойкость, вязкость, жесткость материалов. Сочетание матрицы и гранул, обладающих специальными физическими свойствами, открывает широкие возможности для создания новых уникальных композиционных материалов, что дает возможность эксплуатировать сельскохозяйственные и энергетические машины в тяжелых условиях, включая режимы сухого трения.

Армированные литые КМ относятся к числу наиболее перспективных конструкционных материалов. В настоящее время хорошо развиты теоретические основы механики армированных композиционных материалов, существенные успехи достигнуты в материаловедении. Однако имеется еще много проблем, связанных с выбором оптимальной технологии, обеспечивающей достижение на практике предсказываемых теорией свойств композитов, управления межфазным взаимодействием для повышения стабильности структуры и свойств КМ, разработкой новых видов армирующих элементов, позволяющих поднять уровень эксплуатационных характеристик композита [3].

Композиционные материалы на основе меди разрабатывают, главным образом, триботехнического назначения, так как они обладают повышенными механическими свойствами. Для макронеоднородных композиционных материалов, применяемых в узлах трения, важную роль имеет состав матрицы и армирующего элемента. Если в качестве армирующего элемента, в основном, используется литые гранулы стали ШХ15 или литейная чугунная дробь марки ДЛЧ диаметром порядка 1 мм, то в отношении состава матрицы имеется широкий спектр подходящих материалов, которые удовлетворяют поставленной задаче (повышенная прочность на сжатие, низкий коэффициент трения и высокая износостойкость). По результатам ранее проведенных испытаний наиболее эффективно использование безоловянистых бронз. Среди них, особое значение в качестве основы играют кремнистые бронзы (содержание кремния до 3,5%). Наибольшее распространение получили бронзы, дополнительно легированные никелем и марганцем, которые улучшают механические и коррозионные свойства.

В кремнемарганцевой бронзе БрКМцЗ-1 добавка 1,0...1,5% марганца практически полностью находится в  $\alpha$ -твердом растворе, поэтому полуфабрикаты из этого сплава

упрочняющей термической обработке не подвергаются. Бронза БрКН1-3 относится к числу термически упрочняемых сплавов, в которых никель с кремнием образуют силицид  $Ni_2Si$  с растворимостью, резко уменьшающейся с понижением температуры. Силицид кремния определяет упрочнение бронзы при старении ( $450^{\circ}C$ , 1 час) после закалки с  $850^{\circ}C$ . Бронзы БрКМц3-1 и БрКН1-3 отличаются высокими пружинными и антифрикционными свойствами, а также хорошей коррозионной стойкостью. Бронзы технологичны: деформируются в горячем и холодном состояниях, свариваются с другими бронзами и сталью, паяются мягкими и твердыми припоями.

По результатам проведенного обзора, кроме применения в композициях бронз типа БрКЗМц, была использована бронза типа БрБ2 с бериллием, обладающая более низкой температурой плавления, отсутствием при ударном воздействии искры, с практически аналогичными механическими свойствами [3]. Высокая прочность и упругость, при одновременно повышенной химической стойкости, хорошая обрабатываемость резанием и свариваемость делает бериллиевую бронзу подходящей основой КМ при производстве деталей ответственного назначения.

При изготовлении (литье и термическая обработка) деталей узлов трения из литых КМ на основе литых гранул чугунов марки ДЛЧ с матрицей из бронзы БрКЗМц1 установлено образование массивной прослойки интерметаллида ( $200-500\mu m$ ). При таких толщинах этот интерметаллид должен разрушаться уже при минимальных динамических нагрузках. Однако в действительности этого не происходит. С появлением данного интерметаллида можно связать высокую износостойкость этого КМ в различных условиях по сравнению с другими материалами подобного типа. Он уже применяется для тяжело нагруженных пар трения, в различных областях промышленности [3].

Следующим этапом был проведен анализ армирующего элемента, составляющего тело КМ. Для макрогоетерогенных композиционных материалов, применяемых в узлах трения, важную роль имеет состав матрицы и армирующего элемента. Если в качестве армирующего элемента, в основном, используются литые гранулы чугуна марки ДЛЧ диаметром порядка 1 мм, то в отношении состава матрицы имеется широкий спектр подходящих материалов, которые удовлетворяют поставленной задаче (повышенная прочность на сжатие, низкий коэффициент трения и высокая износостойкость). Однако прочностные характеристики дробы, во многом определяют срок службы и работоспособность изделия из ЛКМ.

Для прогнозирования свойств синтезируемых материалов было принято решение об оценке прочностных свойств дробы ДЛЧ поставляемой заводом производителем и такой же дробы термически обработанной по методике, разработанной на базе БНТУ. Исследования на прочность при сжатии проводились по 10 образцам (дробина диаметром 1 мм), и показали практически одинаковую картину разрушения.

Из разработанных материалов могут изготавливаться изделия практически любой геометрической формы и размера, включая биметаллические заготовки, например, направляющие различного назначения, червячные колеса, втулки, подшипники скольжения. На рис. 1 приведены полученные изделия из композиционных материалов на основе бронз БрКЗМц1, БрБ2.

Благодаря особенностям и высоким механическим свойствам композиции (общий износ пары трения – не более  $0,1\text{ мм/км}$  пути; коэффициент трения со смазкой –  $0,04-0,06$ ; удельное давление – до  $100\text{ кг/см}^2$ ; электрохимическая стойкость при работе с ответной парой трения) данный тип материалов может эксплуатироваться в ряде агрессивных сред с высокой запыленностью, повышенной температурой или влажностью и др., где использование аналогичных материалов не представляется возможным. Температура эксплуатации изделий составляет до  $500^{\circ}C$ .



Рисунок 1 – Образцы применения композиционных материалов:  
*а* – шестерня, *б* – биметаллическая втулка, *в* – композиционная втулка

Разработанные композиционные материалы были использованы для изготовления линейных подшипников скольжения при ремонте турбоагрегатов типа Т-250, К-300, ТК-330, Т-100, Т-180, ПТ-65 для нормализации тепломеханического состояния турбоагрегата (пластины под поверхности скольжения корпусов подшипников турбины, продольные и поперечные шпонки, самоустанавливающиеся опоры под лапы ЦСД), а также для замены подшипников качения в системах парораспределения. При этом для нужд энергетики композиционный материал должен обладать следующими свойствами: общий износ пары трения – не более 0,1 мм; пробег за срок службы с учетом долговечности – 2000 м; коэффициент трения со смазкой– 0,04-0,06; удельное давление – до 100 кг/см<sup>2</sup>; температура эксплуатации – до 350°С; электрохимическая стойкость при работе с ответной парой трения. Разработки внедрены на Минских ТЭЦ-3, ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5, Лукомльской ГРЭС, Новополоцкой ТЭЦ-2 и других тепловых станциях Республики Беларусь используются для реконструкции турбинных агрегатов ОАО «БелЭнергоРемНаладка». Разработанные материалы использованы при ремонте и реконструкции более 20 турбоагрегатов.

Шестерни из композиционного материала были применены в качестве червячных пар на ОАО «Бобруйский завод Автогидроусилитель» и других предприятиях Республики и стран Евросоюза (например, NEST Baltija Каунас, Литва).

#### **Список использованных источников**

1. Kalinichenko A.S., Kezik V.Ya., Bergmann H.W., Kalinitchenko V.A. Structure of surface layers of metal matrix composites // *Materialswissenschaft und Werkstofftechnik*, 1999. – V. 30. – Pp. 136-144.
2. Витязь П.А., Калиниченко А.С., Жорник В.И., Кукареко В.А. Применение макрогетерогенных композитов и модификация смазочных материалов для модернизации тяжело нагруженных узлов трения // *Ремонт, восстановление, модернизация*, 2010. – № 11. – С. 2-9.
3. Тучинский Л.И. Композиционные материалы, получаемые методом пропитки. – М.: Металлургия, 1986. – 208 с.

УДК 621.88; 669.53.01.99

### **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, КОНСТРУКЦИЙ В КОМПОЗИЦИИ МЕТАЛЛ-МЕТАЛЛ, МЕТАЛЛ-ПОРИСТОЕ ТЕЛО-МЕТАЛЛ, МЕТАЛЛ-ПЛАСТИК, ПЛАСТИК-ПЛАСТИК С ПОМОЩЬЮ ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ АДГЕЗИВАМИ**

*Калиниченко М.Л., Долгий Л.П.*

*Белорусский национальный технический университет*

Создание конструкционных изделий из трудно скрепляемых материалов, различных по модулю упругости и жесткости является весьма трудоемким, энергоемким и наукоемким процессом. Поэтому снижение затрат для создания ответственных узлов

представляет серьезную задачу для ведущих стран мира. Одним из перспективных методов создания неразъемных соединений является склеивание. Процесс склеивания уже хорошо зарекомендовал себя при изготовлении модельной оснастки в литейном производстве. Для решения данной задачи используются методы создания модельных комплектов на основе разнородных материалов, которые изготавливаются методом 3D-фрезерования, с последующим соединением и креплением на основу (подмодельные плиты) а также друг другом при помощи клеевых адгезивных соединений. При изготовлении опытных образцов (до 10 штук) требования к модельным комплектам не являются особенно жесткими, так как возможные дефекты и нестыковки полученных отливок решаются способами механической обработки.

Процесс склеивания – это гибкость и привлекательность дизайна изделия. Данный процесс не требует добавочных операций, способствует поглощению вибраций и шума, заполнение пор, герметизации, защищает поверхность от электрохимической коррозии, компенсирует тепловые расширения материалов, более равномерное распределение напряжений в склеиваемых элементах по всей площади, чем при сварке, клепке, или в резьбовых соединениях.

Технико-экономические показатели по результатам испытаний и освоения показывают, что применение предлагаемой технологии склеивания приводит к снижению стоимости и трудоемкости готовой продукции, а также повышению оперативности изготовления и высокой ремонтпригодности.

Технология позволяет соединять детали из трудно скрепляемых материалов, таких как нержавеющая сталь, титан и их композиций, а также иных разнородных материалов, в том числе пористых материалов. Склеенные соединения выдерживают нагрузки около 25 МПа. Технология удобна для ремонта любой техники, а также создания технологических изделий взамен технологии спекания, сварки, клепки и т.д. в области машиностроения.

Так, например, на базе НИИЛ ЛиТ были подготовлены чертежи и технологические карты сборки (рис. 1) для образцов щелевого фильтра и осуществлен выбор адгезива, который основывался на ранее проведенных экспериментальных данных [1]. Для исследования использовался адгезив компании 3М марки DP 8805NS. Подготовка поверхности проводилась в соответствии со стандартными методиками, разработанными компанией 3М для склейки металла [1].

Были получены ряд испытательных образцов (рис. 2) для проведения гидродинамических испытаний на базе участка водоподготовки ОАО «Белэнергоремналадка» (рис. 2а) и последующих промышленных испытаний на базе ОАО «Минскводоканал» (рис. 2б).

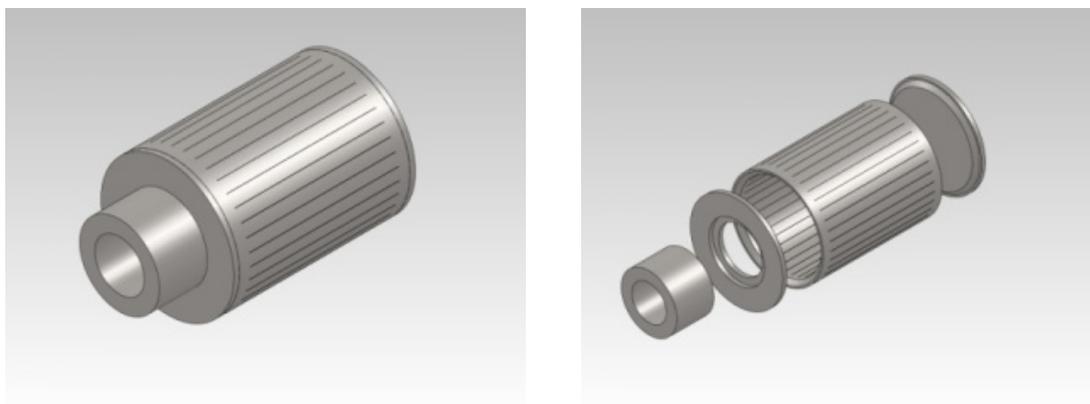


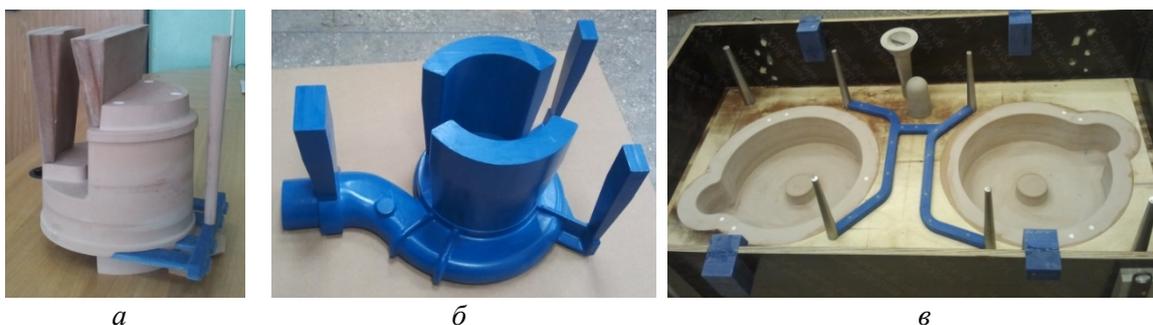
Рисунок 1 – Сборочная схема щелевого фильтра



*а* *б*  
Рисунок 2 – образцы для последующих испытаний

Стендовые испытания на макете (рис. 2а) проводились на базе участка водоподготовки ОАО «Белэнергоремналадка» в соответствии с ГОСТ 3845-75 и ГОСТ 52910-2008 на сертифицированном оборудовании: стенд испытаний гидравлическим давлением КПУУ 3424.00.00 с максимальным давлением 32 МПа.

Также технология склеивания успешно применяется для изготовления моделей для литья в землю на основе полимеров и иных материалов с помощью адгезивов для изготовления индивидуальных модельных комплектов для точного литья в металлургии (рис. 3).



*а* *б* *в*  
Рисунок 3 – Примеры исполнения модельной оснастки:  
*а* – модель корпуса с литниковой системой (МДФ и пластики: PROLAB 65 и LAB 850),  
*б* – модель корпуса насоса (пластик - LAB 850),  
*в* – модельная оснастка (МДФ и пластики: PROLAB 75 и LAB 850)

Для этого на базе НИИЛ ЛиТ производится компьютерное имитационное моделирование технологического процесса и изготовления 3-х мерных моделей для изготовления шаблонов и мастер моделей, а также для форм и другой производственной оснастки, которые благодаря низкому коэффициенту теплового расширения могут быть использованы для переработки препрегов.

В лаборатории проводятся научные исследования по оптимальному подбору адгезива к определенному виду (видам) материалов, в том числе и с различной пористостью. Учитывая, как практический аспект (долговечность), так и ценовой. На базе лаборатории выполняется как научно-исследовательская, так и опытно-конструкторская (технологическая) работа.

Лаборатория производит разработку рекомендаций по применению различных типов адгезивов, полимеров и их соединений, а также их комбинаций с металлами для создания модельных комплектов, а также подбор данных типов соединений для различных типов формовочных смесей. Производит разработку технологии склеивания под конкретное соединение. Производит усовершенствование процесса создания модельных комплектов. Разработку модельных комплектов для выпуска индивидуальных или массовых изделий.

Работа ведется по прямым договорам.

Представители машиностроительного и металлургического комплекса. Автомобилестроение, индустрия транспорта, промышленное применение, судостроение, авиационная индустрия, возобновляемая энергетика (ветро- и солнечная энергетика). Машиностроительные, приборостроительные, литейные и металлургические предприятия стран СНГ и Прибалтики.

#### **Список использованных источников**

1. Калиниченко М.Л., Калиниченко В.А. Сборник научных трудов X МНТК. Современные методы и технологии создания и обработки материалов. – Минск: ФТИ, 16-18.09.2015. – Кн. 2. – С. 196-199.

УДК 669:620.197

### **МЕТОД РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ КОРРОЗИИ**

*Качанов И.В., Жук А.Н., Филипчик А.В., Шаталов И.М., Ковалевич В.С., Качанова Е.В.  
Белорусский национальный технический университет*

Существует большое количество способов очистки плоских стальных поверхностей от коррозии. Обзор технологий очистки показывает, что их реализация в случае использования ручного труда (очистка с помощью шаберов, скребков, секачей, металлических щеток, зубила и т.д.) является малопроизводительной, осуществляется в плохих санитарно-гигиенических условиях труда, требует больших физических затрат [1-4].

Механизированные способы очистки (шарошки и щетки с пневмоэлектроприводом, пневмомолотки) также характеризуются рядом недостатков (сильный шум, неполная очистка сварных и заклепочных швов, наличие насечек на поверхности металла, низкая производительность, быстрое изнашивание шарошек и щеток).

Серьезные недостатки присущи и методу пескоструйной очистки. К их числу следует отнести высокую концентрацию абразивной пыли, достигающую до  $15000 \text{ мг/м}^3$ , значительный расход абразива ( $25\text{-}30 \text{ кг/м}^2$ ), дополнительные работы, связанные с предварительной просушкой песка, а также с последующей его уборкой и регенерацией. Большинство этих недостатков присущи и дробеструйной очистке.

Одним из направлений повышения производительности и улучшения условий труда при очистке корпусов судов от коррозии является использование метода гидроабразивной очистки (ГАО). Процесс очистки состоит в эрозионном воздействии высокоскоростной водяной струи и твердых абразивных частиц на обрабатываемый материал. Вода при этом выполняет лишь функцию носителя. В основе гидроабразивного метода, широко используемого в последнее время, лежит комбинированный механизм очистки, хрупкого и усталостного разрушения и местного оплавления [1]. Обработка осуществляется за счет определенного количества отдельных «съемов» материала, вызываемых ударением в него твердых частиц. Скорость процесса эрозии зависит от кинетической энергии формы частиц, угла атаки потока, механических свойств очищаемого материала.

Однако, отрицательным моментом рассмотренной технологии следует считать неполное использование кинетической энергии струи жидкости, взаимодействующей с преградой.

Для устранения отмеченного недостатка, с одновременным повышением производительности труда и снижением энергозатрат предлагается при очистке использовать реверсивно-струйное течение жидкости относительно обрабатываемой поверхности. Для получения такого течения сопловый блок помещается в корпус, который позволяет произвести разворот струи на  $180^\circ$  и тем самым увеличить силовое воздействие на обрабатываемую поверхность ориентировочно на 70-80 %, так же данное устройство позволяет

решить вопросы по сбору жидкости после проведения очистки поверхности и отправить ее на регенерацию.

На кафедре «Кораблестроение и гидравлика», БНТУ была разработана, исследована и запатентована [5] новая технология и устройство для формирования реверсивной струи воздействующей на преграду (рис. 1).

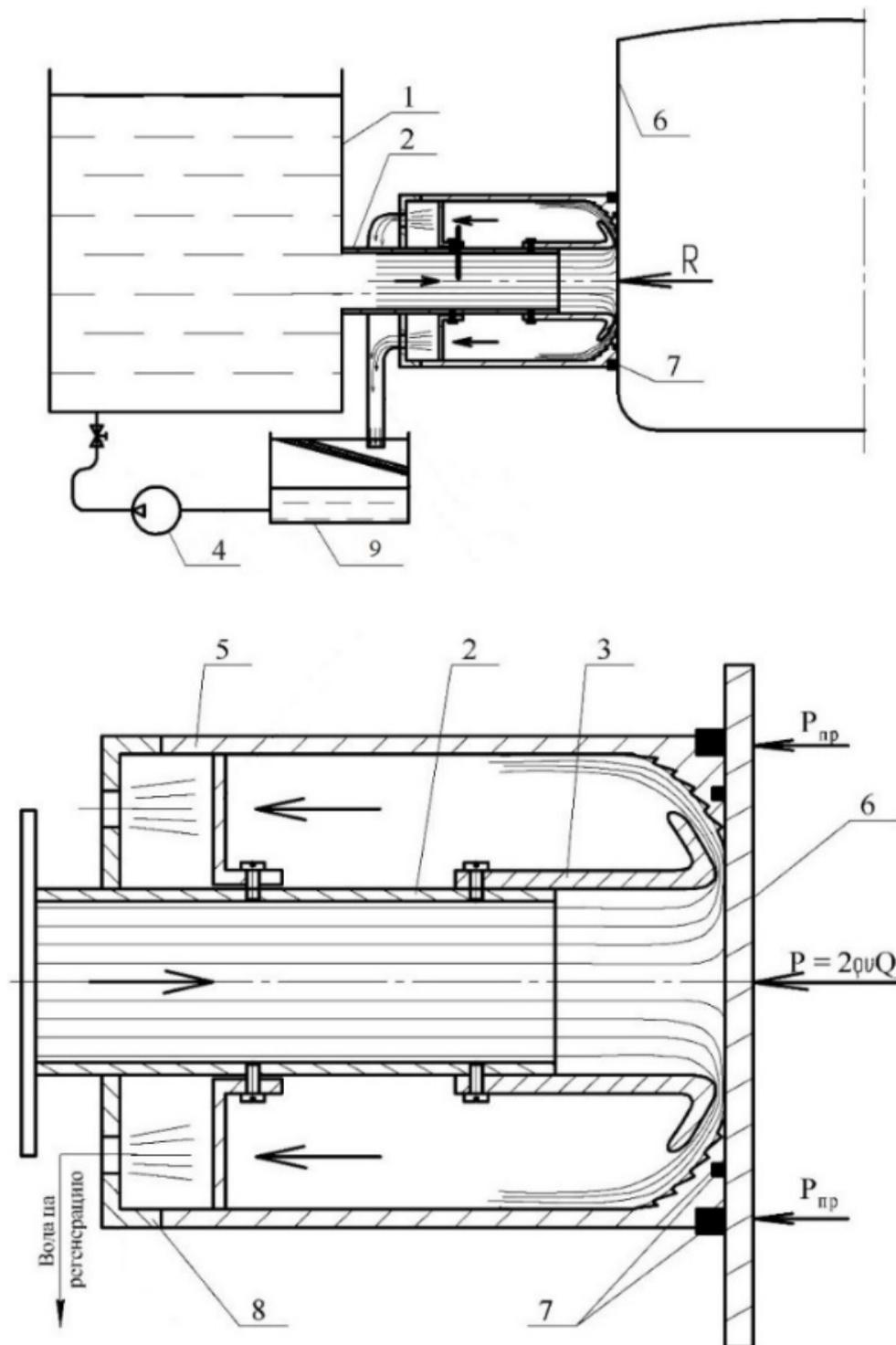


Рисунок 1 – Устройство для очистки от коррозии плоских стальных поверхностей:  
 1 – бак напорный; 2 – насадок; 3 – манжета струеформирующая; 4 – насос;  
 5 – стакан цилиндрический; 6 – обрабатываемая поверхность; 7 – уплотнение;  
 8 – крышка; 9 – бак для регенерации

В процессе обработки при ударе струи о плоскую преграду сила давления  $P$  прямо пропорциональна плотности жидкости ( $\rho$ ), площади сечения струи ( $\omega$ ) и квадрату скорости струи ( $v$ ), т.е.

$$P = \rho \cdot \omega \cdot v^2, \quad (1)$$

или

$$P = \rho \cdot v \cdot Q, \quad (2)$$

где  $Q$  – расход жидкости, м<sup>3</sup>/с, ( $Q = v \cdot \omega$ );  
 $\rho$  – плотность жидкости, кг;  
 $\omega$  – площадь сечения струи, м<sup>2</sup>;  
 $v$  – скорость струи, м/с.

При ударе струи в плоскую поверхность с обеспечением ее разворота на 180° сила давления определяется по формуле:

$$P = 2 \cdot \rho \cdot v \cdot Q \quad (3)$$

Данное выражение (3) показывает, что при неизменных параметрах обработки (скорость струи ( $v$ ), расход жидкости ( $Q$ )), в результате разворота струи на 180° сила удара струи на плоскую поверхность возрастает в два раза. Недостатком формулы (3) следует считать неучет прочностных характеристик (пределов прочности, либо текучести) разрушаемого слоя коррозии.

Для получения решения по определению давления от воздействия реверсивной струи на преграду с учетом прочностных характеристик разрушаемого слоя коррозии, был использован метод, который в механике деформируемого твердого тела известен как метод верхней оценки (приближенный энергетический метод) [6, 7]. В результате предложено принимать в качестве критерия коэффициент обжатия струи  $\lambda$ , используя расчетные зависимости (4) и (5) [8], что позволяет прогнозировать минимальное давление разрушения слоя коррозии и установив, для данного  $\lambda$  величину струйного давления  $p_{стр}$ , корректно подбирать насосное оборудование.

$$p = 2\tau_n \left( (1 + \lambda) \frac{\sin \beta}{\cos(\alpha - \beta) \cos \alpha} + \lambda \frac{\cos(\alpha - \beta) \sin \beta}{\cos \alpha \sin^2 \xi} + \left( 1 + \frac{1}{\lambda} \right) \frac{\cos \alpha}{\sin \beta \cos(\alpha - \beta)} \right) + \rho v^2 \left( \lambda^2 \frac{\sin^2 \beta \sin(\xi - \beta) \cos(\alpha - \beta)}{\sin^3 \xi \cos \alpha} + (1 + \lambda)^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2(\alpha - \beta)} \right), \quad (4)$$

где  $p$  – гидродинамическое давление, возникающее в точке соударения струи с преградой, Н/м<sup>2</sup>;

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dp_{cm}}{d\alpha} &= 2\tau_n \left( (1 + \lambda) \frac{\sin \beta}{\cos(\alpha - \beta) \cos \alpha} + \lambda \frac{\cos(\alpha - \beta) \sin \beta}{\cos \alpha \sin^2 \xi} + \left( 1 + \frac{1}{\lambda} \right) \frac{\cos \alpha}{\sin \beta \cos(\alpha - \beta)} \right)' = 0 \\ \frac{dp_{cm}}{d\beta} &= 2\tau_n \left( (1 + \lambda) \frac{\sin \beta}{\cos(\alpha - \beta) \cos \alpha} + \lambda \frac{\cos(\alpha - \beta) \sin \beta}{\cos \alpha \sin^2 \xi} + \left( 1 + \frac{1}{\lambda} \right) \frac{\cos \alpha}{\sin \beta \cos(\alpha - \beta)} \right)' = 0 \end{aligned} \right. \quad (5)$$

Дифференцирование системы уравнений (5) позволило получить выражения для расчёта углов линий поля скольжения струи рабочей жидкости по поверхности обрабатываемого металла  $\alpha$  и  $\beta$ , обеспечивающих минимальное значение  $p_{cmp}$ :

$$\begin{cases} \alpha = \beta + \arccos \frac{\sqrt{9\left(\lambda + \frac{1}{\lambda}\right) + 14}}{3\left(\sqrt{\lambda} + \frac{1}{\lambda}\right)}, \\ \beta = \arctg \frac{\sqrt{9\left(\lambda + \frac{1}{\lambda}\right) + 14}}{3 \cdot \lambda + 5} \end{cases}, \quad (6)$$

Для проверки полученных теоретических решений были проведены экспериментальные исследования процесса реверсивно-струйной очистки (РСО) стальных поверхностей на специальном стенде, разработанном на кафедре «Кораблестроение и гидравлика», он позволяет исследовать основные параметры, влияющие на процесс РСО (давление, расход, конфигурация сопел, соотношение диаметров сопла и заготовки и т.д.).

Для эксперимента были выбраны 6 типов заготовок с различными коэффициентами обжатия  $\lambda$ . При этом коэффициент  $\lambda$  определялся по формуле 7:

$$\lambda = \frac{d_{cmp}}{D_0 - d_{cmp}} \quad (7)$$

где  $d_{cmp}$  – диаметр струи, принятый равным диаметру сопла, мм;  
 $D_0$  – диаметр полости заготовки, мм.

Для формирования струи рабочей жидкости РСО использовалось сопло с диаметром, равным 1,5 мм.

В результате проведенных исследований установлено влияние расстояния до обрабатываемой заготовки на силу воздействия струи. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что при увеличении расстояния до обрабатываемой поверхности, уменьшается сила воздействия струи. Это уменьшение связано с тем, что при увеличении вышеуказанного расстояния происходит образование зоны «факела» внутри струи, а это в свою очередь снижает мощность струи.

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод о том, что максимальное значение давления струи на преграду  $p$  (не зависимо от величины давления  $p_{вх}$  на входе в сопло и от расстояния  $L$ ) достигается при коэффициенте обжатия струи  $\lambda = 0,063$ .

В результате использования предлагаемого устройства решается проблема со сбором отходов образовавшихся в результате очистки плоских стальной поверхностей, что расширяет область применения ГАО, кроме того, увеличивается эффективность и качество очистки плоских стальных поверхностей, более рационально используется кинетическая энергия струи, снижается энергоёмкость производимых работ, повышается культура работы.

#### Список использованных источников

1. Проволоцкий А.Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин. – К.: Техника, 1989. – 177 с.
2. Второв Е.Л., Мещеряков А.В., Беляев М.А., Шманев В.Л. Повышение технологической надежности деталей ГТД за счет внедрении гидроабразивной обработки на окончательных операциях изготовления // Материалы IX Всесоюзной научно-технической конференции «Конструкционная прочность двигателей». – Куйбышев, 1983.

3. Кошелев А.А., Эйзнер Л.А. Технологии и оборудование для автоматизированной гидроабразивной обработки деталей // Автоматизация технологических процессов в области машиностроения для животноводства и кормопроизводства. – Ростов-на-Дону: НИИТМ, 1981.

4. Банников И.И., Финкель Г.Н., Хейфец В.Л. Механизация очистки и окраски подводной части судов. – Л.: Судостроение, 1980. – 116 с.

5. Устройство для очистки от коррозии плоской стальной поверхности: пат. №16526, Респ. Беларусь, МПК В 08В 3/00; В 63В 59/08 / И.В. Качанов, А.Н. Жук, В.Н. Шарий, Р.О. Мяделец; дата публ. 30.10.2012.

6. Пат. Российской Федерации RU 2 231 554 С2 МПК В 24 С 5/04, 9/00. Устройство для абразивно-струйной обработки поверхности. / Крючков В.П., Бугаев В.С., Кулаков В.В., Клестов Ю.М., Клепиков С.А., заявка 2005136900/02 от 28.11.2005, опубликовано 20.11.2007. – Бюл. № 32.

7. Пат. Российской Федерации RU 2 237 127 С2, МПК В 24 С 5/04. Устройство для струйно-абразивной обработки поверхности. / Кондрашов Б.И., заявка 2004136895/02 от 17.12.2004, опубликовано 20.12.2009. – Бюл. № 35.

8. Качанов И.В. Теоретические исследования процесса реверсивно-струйной очистки судовых поверхностей от коррозии / Качанов И.В., Жук А.Н., Ключников В.А., Кособуцкий А.А., Шаталов И.М., Ковалевич В.С., Качанова Е.В. // *Materials XIV Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Nauka i inowacja – 2018».* – Volume 2 *Przemysł: Nauka i studia.* – 84 s.

УДК 621

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ ТОНКИХ ПОКРЫТИЙ НА АСМ**

*Кузнецова Т.А., Рысик А.Н.*

*Белорусский национальный технический университет*

В процессе эксплуатации деталей и приборов микромасштаба возникает необходимость исследования состояния и свойств поверхностей, которые испытывают воздействие фрикционной нагрузки. Механизмы процессов трения на наноуровне отличаются необходимостью учета адгезионных, капиллярных и межмолекулярных сил и существенно отличаются от макроскопических. Контакт деталей микромасштаба представляет собой взаимодействие отдельных микронеровностей [1]. Экспериментальным моделированием такого взаимодействия является контакт острия зонда атомно-силового микроскопа (АСМ) с неровностями поверхности детали. Особенно актуально испытание на трение с использованием АСМ для тонких покрытий толщиной 100-300 нм, где макроиспытания часто вызывают деформацию подложки и разрушение покрытий. Для изучения сил и коэффициентов трения в данной работе использовался АСМ НТ-206 (Беларусь).

Исследование проводили в контактном режиме с использованием стандартного кремниевого кантилевера NSC11 V-образного типа с коэффициентом жесткости консоли 3 Н/м производства «Микромаш» (Эстония). Предварительно зонд «затупляли» до диаметра закругления 100 нм для обеспечения стабильности размера контакта в процессе испытаний. Использовали двухпроходную методику режима латеральных сил при многоцикловом (200 циклов) сканировании площади 20×3 мкм. Испытания на трение проводилось на многослойных пленках состава AlN/SiN с общей толщиной 300 нм. В работе исследовали влияние режимов отжига покрытий на коэффициент трения поверхности.

График полученных зависимостей коэффициента трения покрытий от числа циклов можно наблюдать на рисунке 1.

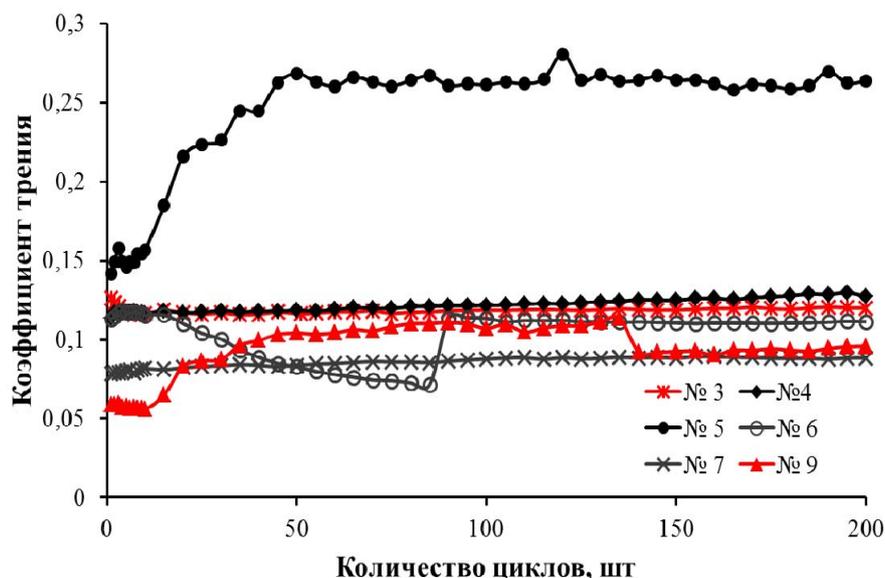


Рисунок 1 – График зависимости коэффициентов трения от числа циклов

На графике видно, что самый высокий коэффициент трения имеет образец №5. Кривая постепенно возрастает до значения 0,235 и после 50 цикла почти не изменяется. У образца 6 до 85 цикла происходит уменьшение коэффициента трения до значения 0,105, после которого происходит его резкое увеличение. Можно предположить, что был снят первый слой многослойного покрытия. То же можно сказать и про образец №9. Коэффициент трения образцов №3, №4 и №7 медленно возрастает на всем графике.

С помощью метода многоциклового трения было изучено изменение коэффициента трения образцов многослойных пленок AlN/SiN после различных температур (800 и 1000°C) и времени отжига (1 и 3 часа). Представлен график зависимости коэффициентов трения от числа проведенных циклов. В работе было показано, что при добавлении Si к покрытию AlN термообработкой можно как увеличить коэффициент трения поверхности покрытия (образцы №4, №5, №6), так и уменьшить его (образцы №7, №9).

#### Список использованных источников

1. Кузнецова Т.А. Изменение морфологии поверхности нанокристаллических пленок Al-Si-N под действием отжига / Т.А. Кузнецова [и др.] // Методолог. аспекты скан. зонд. микроскопии: сб. докл. XII Междунар. конф., Минск, 18-21 окт. 2016 г. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 66-70.
2. Шиманский В.И. Структура и трибологические свойства покрытий AlSiN после термического отжига на воздухе / В.И. Шиманский, Н.Т. Квасов, Т.А. Кузнецова, Н.А. Кананович // Взаимод. излуч. с тв. телом (ВИТТ – 2017) Материалы 12-й Междунар. конф., 2017. – С. 420-422.

УДК 658.7

### ФОРМИРОВАНИЕ ЗВЕНЬЕВ И ГРАНИЦ МИКРОЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Лапковская П.И.*

*Белорусский национальный технический университет*

На современном этапе развития промышленности актуальной задачей является скорейшая адаптация субъектов хозяйствования к условиям рынка. Сегодня данная отрасль характеризуется слабой синхронизацией процессов производства с процессами

закупок, складирования, транспортировки и реализации, отсутствием достоверных прогнозов развития отрасли и предприятий, нерациональным распределением ресурсов, а также расхождением целей функционирования отдельных структурных подразделений предприятий. В результате каждая организация упускает время и деньги, что приводит к росту внутренней напряженности, негибкости и потере возможных конкурентных преимуществ на рынке.

Наиболее эффективного внешнего и внутреннего взаимодействия субъектов хозяйствования можно достичь, перейдя к управлению организацией на основе построения логистической системы организации. Определение сущности понятия «логистическая система» в строительной отрасли и индустрии, на которой строятся дальнейшие выводы, представлено в [1]. Основными предпосылками формирования логистических систем в отраслях экономики являются новое понимание механизмов рынка и логистики как стратегического ресурса в реализации и развитии конкурентных возможностей предприятий; перспективы и современные подходы по интеграции участников хозяйственных связей между собой, развитию новых организационных форм; новые технологические возможности в области современных информационных технологий, которые позволяют повышать уровень взаимодействия участников рыночных отношений и снижать затраты [2].

Важным моментов при формировании или развитии логистической системы является определение границы логистической системы, которые также будут оказывать влияние на ее объектный состав и выполняемые звеньями логистической системы функции [3]. Условную границу логистической системы предприятия промышленности строительных материалов можно определить в зависимости от себестоимости производимой строительной продукции и логистических затрат, связанных со складированием, реализацией и транспортировкой ее к месту потребления. Для начала определим цену продажи строительной продукции, которая может быть представлена как сумма:

$$C = Z_{np} + Z_{скл} + Z_{реал} + T_{тр} \times m + \Pi, \quad (1)$$

где  $C$  – цена продажи, руб/ед.;  $Z_{np}$  – производственные затраты на изготовление единицы продукции, руб/ед.;  $Z_{скл}$  – затраты на складирование продукции, руб/ед.;  $Z_{реал}$  – затраты на реализацию продукции, руб/ед.;  $T_{тр}$  – тариф на перевозку сырья, материалов и готовой продукции к месту потребления внутри логистической системы промышленного предприятия, руб/км;  $m$  – расстояние от места создания материального потока в логистической системе до места его поглощения, км;  $\Pi$  – планируемая прибыль, руб.

Из полученного равенства и определяется искомое расстояние  $m$ , то есть граница логистической системы, где все звенья логистической системы будут иметь равные условия функционирования. Тогда для выполнения расчета  $m$  можно использовать упрощенное выражение:

$$m = \frac{C - (Z_{np} + Z_{скл} + Z_{реал} + \Pi)}{T_{тр}}. \quad (2)$$

В данном случае,  $m$  отражает экономически выгодный радиус  $R$  деятельности логистической системы по взаимодействию звеньев  $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$  логистической системы на определенной территории. Данный расчет может быть рекомендован как инструмент предварительного определения границ логистической системы в рамках методики формирования логистической системы предприятий строительной индустрии.

Следующим важным шагом при формировании логистической системы предприятия промышленности строительных материалов является выделение элементов логистической системы предприятия с целью определения их состава, методов, форм и способов взаимодействия с другими элементами, а также формирования объектной иерархии логистической системы [4]. Основные звенья и подсистемы логистической системы предприятия промышленности строительных материалов представлены в таблице 1 ниже [5]:

Таблица 1 – Характеристика звеньев логистической системы предприятия промышленности строительных материалов

Звено логистической системы	Логистические операции	Цель	Критерий
Закупка (снабжение)	– анализ и оценка поставщиков строительного сырья и материалов; – управление поставками сырья и материалов; – анализ системы снабжения предприятия.	Бесперебойное обеспечение производства сырьем и материалами	Минимальные издержки на выполнение логистических операций в области закупок
Транспортировка	– перевозка сырья, материалов, готовой строительной продукции до строительной площадки; – страхование строительного груза; – разработка оптимальных маршрутов; – определение тарифов на перевозку строительных грузов; – организация внутренних перевозок.	Своевременное и качественное выполнение транспортных операций	Минимальные транспортные затраты
Производство	– планирование производственных мощностей; – планирование потребностей в материалах; – формирование графика производства.	Производство продукции требуемого количества и качества	Минимальные затраты на производство
Складирование	- определение оптимальных размеров складской мощности предприятия строительной индустрии; – управление запасами строительного сырья и материалов; – комплектование и упаковка; – погрузка-разгрузка.	Эффективное использование складских мощностей предприятия строительной индустрии	Минимальные затраты на хранение и складирование сырья, материалов, строительной продукции
Распределение	– выбор схемы распределения строительных материалов; – определение оптимального количества и места расположения распределительных центров (складов); – определение каналов распределения продукции.	Рациональный выбор системы распределения строительных материалов	Минимальные издержки в системе распределения строительных материалов

Звено логистической системы	Логистические операции	Цель	Критерий
Сбыт	<ul style="list-style-type: none"> <li>– управление запасами готовой строительной продукции;</li> <li>– получение заказов на поставку строительной продукции и их эффективная обработка;</li> <li>– организация отгрузки строительной продукции;</li> <li>– управление доставкой и контроль над выполнением транспортных операций;</li> <li>– управление логистическим сервисом.</li> </ul>	Своевременная реализация продукции в соответствии со сроками, объемами, качеством и по договорной цене	Минимальные затраты на реализацию продукции

Представленные подходы к определению границы логистической системы предприятия промышленности строительных материалов и ее звеньев могут быть использованы для построения методики формирования логистической системы предприятия промышленности.

#### Список использованных источников

1. Управление логистическими потоками в строительной отрасли Беларуси / Р.Б. Ивуть, А.Ф. Зубрицкий, П.И. Лапковская // Новости науки и технологий. – 2016. – №.1. – С.36-41.
2. Миротин Л. Б., Некрасов А. Г. Эффективность интегрированной логистики. – М.: Брандес, 2004. – 115 с.
3. Аникин Б.А., Родкина Т.А., Волочиенко В.А. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики. М.: Проспект, 2015. – 344 с.
4. Евтодиева Т.Е. Характерные особенности организационных форм логистики в условиях неэкономии: монография. Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2011. – 168 с.
5. Лапковская П.И. Методика формирования логистической системы предприятий промышленности строительных материалов. / П.И. Лапковская // Новости науки и технологий. – 2017. — № 1 (40). — С.54-60.

УДК 678

### ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Маковеева А.М.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»  
e-mail: angelina.makoveyeva@mail.ru*

Машиностроение – одно из ведущих областей промышленности, поэтому оборудование и машины, изготавливаемые на машиностроительных предприятиях, используются в таких областях как: сельское хозяйство, военное дело, металлургическая промышленность, приборостроение, радиотехническая промышленность и т.д. Для того чтобы не отставали другие отрасли промышленности, машиностроение должно быть всегда на шаг впереди, это позволят сделать наноматериалы и нанотехнологии.

Нанотехнология – область прикладной науки и техники, имеющая дело с объектами размером менее 100 нанометров.

Машиностроение является, в основном, потребителем объемных наноструктурированных материалов (стали, титан и его сплавы, алюминиевые сплавы, керамика, пластмассы и композиционные материалы), материалов с памятью, порошковых материалов и комплектующих наноизделий (гидро- и электрооборудование, нанопродукция приборостроения и др.). Существенный эффект ожидается от внедрения технологических процессов нанесения износостойких покрытий на режущие инструменты, штампы и прессформы, а также износо-, коррозионно-, жаростойких и водоотталкивающих покрытий деталей машин. Важное значение имеет наноструктурированная продукция триботехнического направления и оборудование для обработки деталей с нанометровой точностью и для нанесения нанопокровов [1]. При этом улучшение соответствующих качественных показателей (прочность, твердость, пластичность, износо-, жаро-, коррозионная стойкость и т.д.) может быть достигнуто как посредством введения наноразмерных добавок (нанопорошков, нанотрубок, фуллеренов и др.) при осуществлении того или иного технологического процесса (литье, прессование, нанесение покрытий и др.), так и за счет соответствующих технологических режимов изготовления заготовок и изделий (равноугольное прессование, термомеханическая обработка и др.). Сами по себе наноматериалы в чистом виде, например, углеродные трубки, не нужны: серьезные положительные изменения в экономику, в том числе и машиностроение, внесут макроматериалы из нанотрубок или содержащие нанотрубки. [2].

Применение наноматериалов и нанопокровов в машиностроении позволяет: снизить расход металла за счет облегчения массы изделий в связи с уникальными физико-механическими свойствами материалов; снизить затраты в процессе эксплуатации более легких изделий; повысить надежность и срок службы изделий; снизить затраты на обработку, например, в результате улучшения штампуемости; повысить стойкость инструмента [3].

Нанотехнологии в машиностроительном комплексе Республики Беларусь могут быть внедрены посредством использования новых материалов, созданных с использованием нанотехнологий. В этом качестве поле приложений наноматериалов практически неограниченно. Так, основные проблемы, связанные с материалами в машиностроении Беларуси связаны с их длительной прочностью и сопротивлением разрушению при различных условиях эксплуатации. Поэтому актуальной проблемой является создание материалов, обладающих свойством восстановления свойств, нарушенных или измененных при внешних воздействиях (self-healing materials) [4].

Работы в данных направлениях проводятся в Белорусском государственном аграрном техническом университете, в Институте порошковой металлургии НАНБ; в Белорусском национальном техническом университете.

Таким образом, нанотехнологии и наноматериалы могут найти применение во всех технологических переделах машиностроительного производства: литейное (ультразвуковые нанотехнологии подготовки формовочных материалов и изготовления гипсовых форм с повышенными физико-механическими свойствами для цветного литья [5]), кузнечнопрессовое, сварочное, инструментальное производства, термообработка, гальваника, сборка, нанесение износо-, коррозионностойких, лакокрасочных, водоотталкивающих и других покрытий, а также при ремонте как технологического, так и выпускаемого предприятием оборудования.

#### **Список использованных источников**

1. Кочанов Д.И. Наноматериалы и нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы применения // РИТМ, 2010. – №8(56) – С.16-21.
2. Раков Э.Г. Состояние производства углеродных нанотрубок и нановолокон // Российские нанотехнологии, 2007. – Том 3, №910 – С. 89-94.

3. Чеховой А.Н. Классификация наноматериалов и нанотехнологий для машиностроения и метрология наносостояния // Конструкции из композиционных материалов, 2005. – №4 – С. 8-17.

4. Достижения белорусских ученых, представляющие интерес для практического освоения в Республике Беларусь [Электрон. ресурс]: – Режим доступа: <http://nanoplatform.by/concept-global-trends/concept-achievements-rb.html> (24.10.2018)

5. Ультразвуковые нанотехнологии точного литья в гипсовые формы: монография / Л.Г. Знаменский [и др.]. – Челябинск: Изд ЦНИТИ, 2005. – 127 с.

УДК 629.331.08

## **РАЗРАБОТКА НОВОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ**

*Серебряков И.А.*

*Белорусский национальный технический университет*

Во всём мире происходит активное развитие роботизированных коробок передач ведущими автопроизводителями. Данный тип трансмиссии сочетает в себе высокий КПД и приемистость, и в то же время его главным недостатком является более высокий процент отказа роботизированных коробок передач по сравнению с гидромеханическими и механическими, а также более высокая их начальная стоимость.

Распространение автомобилей с роботизированными коробками передач расширяется. Доля автомобилей, оснащённых данным типом трансмиссии с 2005 по 2017 год увеличилась в 6 раз. Важность КПД и приемистости работы коробки передач ставится в один ряд с основными показателями двигателя. Безотказность работы коробки передач сильно зависит от качества проводимого диагностирования, позволяющего выявлять неисправности не доводя агрегат до выхода его из строя.

Данный тип коробок передач также находит возможность применения на автомобилях отечественного производства (МАЗ), однако на данный момент находится в стадии разработки.

Из вышесказанного становится очевидной необходимость качественного диагностирования, чего и предполагается достичь путём анализа не только коробки передач, а силовой установки автомобиля в целом.

На кафедре «Техническая эксплуатация автомобилей» Белорусского национального технического университета был разработан и испытан стенд для диагностирования коробок передач.

Стенд состоит из рамы, переходной плиты для установки приводного электродвигателя, гидравлической части для подвода давления масла к блоку Mechatronic от внешнего насоса, и электрической части для управления коробкой передач. Электрическая часть стенда позволяет проводить диагностирование снятой с автомобиля коробки передач путем ручного моделирования управляющих сигналов на исполнительные элементы блока управления коробкой передач.

Разработанный стенд для диагностирования роботизированных коробок передач позволяет проводить диагностирование и испытание работоспособности как коробки передач в целом, так и отдельных её элементов. В дополнение к диагностической функции стенд представляет собой учебное пособие и может служить для наглядного представления принципа функционирования роботизированной коробки передач.

Стенд имеет собственные датчики частоты вращения валов. Зная передаточные числа каждой передачи, можно удостовериться как в правильности выбора передачи блоком управления, так и в плавности переключения передач.

На стенде также представляется возможным проводить оценку скорости срабатывания гидравлических клапанов. Данная проверка имеет как диагностическую, так и исследовательскую ценность, т.к. позволяет сравнить работу всех клапанов между со-

бой и сделать заключение о пригодности их к дальнейшей эксплуатации, и в то же время исследовать различные варианты подачи питания на клапан для его более плавного или более резкого открытия с целью повлиять уже непосредственно на работу исполнительно механизма, за который этот клапан отвечает.

Стенд является основным нововведением. Он состоит из рамы, переходной плиты для установки приводного электродвигателя, гидравлической части для подвода давления масла к блоку Mechatronic извне, и электрической части для управления коробкой передач. Электрическая часть стенда позволяет проводить диагностирование снятой с автомобиля коробки передач путем ручного моделирования управляющих сигналов на исполнительные элементы блока управления коробкой передач. Для более полного диагностирования допускается использование диагностических сканеров с поддержкой шины CAN.

Стенд устроен следующим образом. Несущей его частью является рама, на которую устанавливаются следующие элементы: коробка передач в сборе, приводной электродвигатель через переходную плиту крепится к коробке передач и соединяется с входным валом. Гидравлическая часть стенда (на рисунке показана непрерывной линией) состоит из шестеренчатого насоса, приводимого электродвигателем, регулятора давления, манометра и медных соединительных магистралей, а также масляного бака. Непосредственно в блок управления коробкой передач масло подается через переходную пластину, которая крепится вместо штатного насоса стандартными болтами его крепления. В верхней части стенда расположен пульт, соединенный коммутационной аппаратурой (показана прерывистой линией) с приводным электродвигателем на входном валу коробки передач, с электродвигателем масляного насоса и с гидравлическими клапанами в блоке Mechatronic. Для функционирования стенда также необходим внешний источник питания (аккумуляторная батарея).

Стенд работает следующим образом. Коробка передач (либо блок Mechatronic) устанавливается на стенд. Электронная часть блока управления должна быть снята, обеспечивая доступ к разъемам гидравлических клапанов

Подвод питания к клапанам осуществляется с помощью жгута проводов, каждая пара из которых подключается к соответствующему клапану. Управление осуществляется с помощью пульта. Далее включается приводной электродвигатель на входном валу коробки передач. Это позволяет наблюдать за работой коробки передач в динамике, проверять вращение валов и включение передач, без риска повредить коробку передач, т.к. используется электродвигатель небольшой мощности и имеется возможность поддерживать давление в гидравлической системе на более низком уровне.

Разработанный стенд для диагностирования роботизированных коробок передач позволяет проводить диагностирование и испытание работоспособности как коробки передач в целом, так и отдельных её элементов. В дополнение к диагностической функции стенд представляет собой учебное пособие и может служить для наглядного представления принципа функционирования роботизированной коробки передач.

На стенде также представляется возможным проводить оценку скорости срабатывания гидравлических клапанов. Для этого необходимо подключить осциллограф к разъёму подачи питания на клапан и к датчику давления, установленному в пластине. Данная проверка имеет как диагностическую, так и исследовательскую ценность, т.к. позволяет сравнить работу всех клапанов между собой и сделать заключение о пригодности их к дальнейшей эксплуатации, и в то же время исследовать различные варианты подачи питания на клапан для его более плавного или более резкого открытия с целью повлиять уже непосредственно на работу исполнительно механизма, за который этот клапан отвечает.

Стенд имеет несложную конструкцию и прекрасно подходит для демонстрации работы РКПП студентам.

Возможны различные варианты реализации предложенного принципа диагностирования – как на базе довольно распространённых КП DSG и их аналогов от концерна Volkswagen, так и менее дорогостоящей и более распространенной на автомобилях производства Lada коробки передач АМТ.

УДК 678

## **ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

*Снигирь Ю.С.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

*e-mail: snigir\_87@mail.ru*

Вопросы прочности, надежности и долговечности деталей, изделий и машин относятся к числу наиболее актуальных проблем современной науки о материалах. Следует отметить и то, что в настоящее время выпускаемые изделия работают в очень тяжелых эксплуатационных условиях. Много лет всем известные стали и чугуны уже не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к различным изделиям многих отраслей техники. Поэтому поиск новых материалов, обладающих данными свойствами, неразрывно связан с развитием машиностроения.

Крупным достижением в теории и практике науки о материалах – это разработка керамических материалов.

Исторически под керамикой понимали изделия и материалы, получаемые из глин и их смесей с минеральными добавками. Первоначально человек при изготовлении керамических изделий не подвергал их обжигу, ограничиваясь лишь сушкой сформованной глины. Позднее с целью придания глиняным изделиям твердости, водо- и огнестойкости стал широко применяться обжиг [2, с. 3].

В мире современных материалов керамике принадлежит заметная роль, обусловленная широким диапазоном ее физических и химических свойств.

Перспективность керамики обусловлена исключительным многообразием ее свойств по сравнению с другими типами материалов, доступностью сырья, низкой энергоемкостью технологий, долговечностью керамических конструкций в агрессивных средах. Производство керамики, как правило, не загрязняет окружающую среду в такой мере, как металлургия [2, с.4].

Основными разработчиками и производителями керамических материалов являются США и Япония.

Принципиальными недостатками керамики являются ее хрупкость и сложность обработки. Керамические материалы плохо работают в условиях механических или термических ударов, а также при циклических условиях нагружения. Им свойственна высокая чувствительность к надрезам. В то же время керамические материалы обладают высокой жаропрочностью, превосходной коррозионной стойкостью и малой теплопроводностью, что позволяет с успехом использовать их в качестве элементов тепловой защиты.

При температурах выше 1000°С керамика прочнее любых сплавов, в том числе и суперсплавов, а ее сопротивление ползучести и жаропрочность выше [3, с.78].

В современном машиностроении применение керамики постоянно увеличивается. К основным областям применения керамических материалов относятся:

1. Керамика в станкостроении – важным качеством является нечувствительность к воздействию влажности, коррозии, магнитных полей. Керамика вдвое легче чугуна. Фирмой «Тото» (Toto, Япония) выпускаются из керамики мерительные угольники, линейки, калибры, точность которых достигает долей микрометра. Срок службы их службы в 2-30 раз больше, чем у инструментов, изготовленных из чугуна, стали, гранита.

2. Режущий керамический инструмент – характеризуется высокой твердостью, в том числе при нагреве, износостойкостью, химической инертностью к большинству

металлов в процессе резания. По комплексу этих свойств керамика существенно превосходит традиционные режущие материалы - быстрорежущие стали и твердые сплавы. Режущие керамические пластины используются для оснащения различных фрез, токарных резцов, расточных головок, специального инструмента.

3. Керамика специального назначения:

а) контейнеры для хранения радиоактивных отходов – одним из сдерживающих факторов развития ядерной энергетики является сложность захоронения радиоактивных отходов. Благодаря малой пористости керамика характеризуется сильной поглощающей способностью по отношению к ядерным частицам;

б) ударопрочная броневая керамика – по своей природе керамические материалы являются хрупкими. Важными свойствами керамических материалов, обусловивших их применение в качестве брони, является высокие твердость, модуль упругости, температура плавления (разложения) в 2-3 раза меньшей плотности. Сохранение прочности при нагреве позволяет использовать керамику для защиты от бронепрожигающих снарядов;

в) керамика в ракетно-космическом машиностроении - при полете в плотных слоях атмосферы головные части ракет, космических кораблей, кораблей многоразового использования, нагреваемые до высокой температуры, нуждаются в надежной теплозащите. Материалы для тепловой защиты должны обладать высокой теплостойкостью и прочностью в сочетании с минимальными значениями коэффициента термического расширения, теплопроводности и плотности.

4. Способность керамических материалов противостоять износу в условиях гидро- и абразивного воздействия, а также коррозионная стойкость к агрессивным жидкостям обусловили применение керамики для деталей химического и нефтяного машиностроения.

5. Керамические материалы в сельскохозяйственном машиностроении используются для изготовления рабочих органов почвообрабатывающих машин.

6. Керамические материалы в текстильном машиностроении используются для изготовления нитепроводников.

7. Керамика для бумагоделательного машиностроения используются для изготовления износостойких обезвоживающих элементов бумагоделательного оборудования.

8. Из керамики изготавливают детали газотурбинных и дизельных двигателей.

Уже сейчас для улучшения качества и свойств выпускаемой продукции, ведущие машиностроительные предприятия применяют компоненты из керамики, заменяя классические материалы керамическими. По сравнению с обычными изделиями из металла или пластмассы керамические детали демонстрируют малый вес, высокую прочность и экологическую безопасность.

### **Список использованных источников**

1. Гаршин А.П. Материаловедение. Техническая керамика в машиностроении: учебник для академического бакалавриата / А.П. Гаршин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 296 с.

2. Матренин С.В. Техническая керамика: учеб. пособие / С.В. Матренин, А.И. Слосман. — Томск: ТПУ, 2004. — 75 с.

3. Рогов В.А. Новые материалы в машиностроении: учеб. пособие / В.А. Рогов, В.В. Соловьев, В.В. Копылов. — М.: РУДН, 2008. — 324 с.

4. Салахов А.М. Современные керамические материалы / А.М. Салахов. — Казань: КФУ, 2016. — 407 с.

5. Салахов А.М. Инновационные материалы: современная керамика / А.М. Салахов, Р.А. Салахов. — Казань: Парадигма, 2012. — 383 с.

Адреса www в сети Internet

1. Xilinx [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <http://www.dprm.ru/materialovedenie/keramicheskie-materialy>.

2. Xilinx [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.poznovatelno.ru/space/8377.html>

3. Xilinx [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://stroykirpich.com/chto-takoe-texnicheskaya-keramika.html>

УДК 669-1

## ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Старотиторова Я.В., Сивак К.В.

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

e-mail: yadya1991@mail.ru

**Аннотация.** Порошковой металлургией называется область науки, состоящая из производства порошковых материалов, а также изделий, которые состоят из порошков или же смесей с неметаллическими материалами. Её суть состоит в получении материала в порошковом состоянии, получение необходимой формы и размера этому веществу и выполнение операции нагрева (спекание) заготовок при температуре, которая будет ниже точки плавления материала или температуры плавления ниже основного материала (в случае если будут смеси разнородных порошков). Последовательное осуществление получения порошка и создание его в изделие, это и есть сущность порошковой металлургии.

**Abstract.** Powder metallurgy is a field of science consisting in the production of powder materials, as well as products that consist of powders or mixtures with non-metallic materials. Its essence consists in obtaining the material in the powder state, obtaining the necessary shape and size of this substance and performing the heating operation (sintering) of the blanks at a temperature that will be below the melting point of the material or the melting temperature below the base material (if there are mixtures of dissimilar powders). The consistent implementation of getting the powder and create it into a product that is in the nature of powder metallurgy.

Методы порошковой металлургии начали широко применять в начале XX века. Это связано с изобретением лампы накаливания. В начале XX века готовая продукция, получаемая методом порошковой металлургией, начинают применяться в различных сферах производства. Металлорежущий инструмент оснащён порошковыми пластинами из спечённого или спрессованного карбида вольфрама (твёрдого сплава).

В этом есть свои плюсы, порошковые материалы можно применить так: можно создать резец с режущей кромкой, которая будет самозатачиваться по следующему принципу. Берём порошок титана (к примеру) наносим тонкий слой на отрезной резец, когда резец обрабатывает деталь, со временем он изнашивается, а в своё время слой титана начинает выступать, выступает он там, где сталь изнашивалась (стёрлась), со временем и слой титана изнашивается, но гораздо медленнее. Потом этому принципу по износу титана выступает слой металла, получается такой круговорот, этот круговорот можно назвать – самозатачивание. Этот метод можно применить не только в машиностроении, но и в сельском хозяйстве. Возьмём зерноуборочный комбайн: когда комбайн (собирает урожай) в его рабочий орган, с помощью которого происходит процесс резания зерна, попадает пыль, песок и другой мусор который затупляет лезвие. Можно взять любой порошковый металл, который будет крепче режущего инструмента комбайна, нанести на поверхность порошок и по тому же принципу что указан выше, будет процесс самозатачивания. Верхняя часть режущего инструмента будет изнашиваться и тем же временем слой металла, который мы нанесли, будет выступать. Ещё плюсы этого метода: можно использовать отходы металлургического и машиностроительного производства (стружку и т.п.).

Свойства порошков зависят от способов их получения и от соответствующих материалов. Больше всего порошок изготавливают из таких материалов как: медь, бронза, железо, латунь, титан, алюминий. Все методы получения порошков, которые встреча-

ются в современной практике можно разделить на две группы: физико-химические и механические. Этими методами можно получать порошки, у которых будут частицы различной формы: губчатой, округлой сферической и другие. Механический метод получения порошков – это технологический процесс, где исходный материал в результате воздействия внешних сил будут измельчаться без существенного изменения химического состава. Эти методы можно разделить разлом, дробление и распыление расплавленного металла. Распыление расплавленного металла наиболее распространено при получении порошков сферической формы частиц. Существует несколько вариантов этого процесса: грануляция (сливание жидких металлов в форму с предварительным дроблением струи); центробежное распыление (когда струя металла вместе с водой подается под давлением в форсунку и разбивается на быстро вращаемом диске). Грануляция – это простейший способ измельчения расплава в грубозернистый порошок с частицами, у которых размер 0,5...3 мм, в основном применяется для изготовления порошков алюминия, железа, бронзы. А центробежное распыление заключается в том, что струя расплавленного металла льется на быстро вращающийся диск с ножками, который и разбивает струю в порошок. Физико-химические методы – это технологический процесс, при котором получение порошка связано с изменением химического состава сырья из-за физико-химических превращений. Существует несколько методов получения порошков путём восстановления оксидов или солей, имеются и другие способы получения порошков физико-химическими методами, но они не являются промышленными. Следует отметить, что восстановлением различных химических соединений могут быть получены практически все металлы.

УДК 621.785.5:620.178.3

## **ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО АУСТЕНИТА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ НАУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ КОНСТРУКЦИОННЫХ УЛУЧШАЕМЫХ СТАЛЕЙ 40X И 35ХГСА**

*Степанкин И.Н., Поздняков Е.П., Астрейко А.В.*

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого  
e-mail: hanter3@tut.by*

***Аннотация.** Выполнена оценка структурообразования, фазового и химического состава науглероженных слоев конструкционных сталей 40X и 35ХГСА, не относящихся к классу цементруемых. Получены зависимости изнашивания при испытании слоев на контактную усталость в условиях воздействия пульсирующих контактных напряжений с амплитудой  $1300 \pm 65$  МПа.*

***Abstract.** The assessment of structure formation, phase and chemical composition of carburized layers of structural steels 41Cr4 and 35CrMnSi4, not related to the class of cemented, is carried out. The dependences of wear were obtained when the layers were tested for contact fatigue under the influence of pulsating contact stresses with an amplitude of  $1300 \pm 65$  MPa.*

Высоким сопротивлением изнашиванию в условиях воздействия на поверхностный слой штамповой оснастки пульсирующих контактных напряжений обладают инструментальные стали, которые легированы большим количеством сильных карбидообразующих элементов, таких как Cr, W, V, Mo и др. В условиях современного улучшения экономики Республики Беларусь обозначено импортозамещение материальных ресурсов.

В некоторых случаях при изготовлении отдельных позиций холодновысадочного инструмента можно применять отечественные стали конструкционного назначения 35ХГСА и 40X [1], в которых количество дорогостоящих карбидообразующих элементов минимально, что значительно снижает их стоимость относительно инструменталь-

ных сплавов. Управляя структурой, фазовым и химическим составом конструкционных сталей можно достичь высоких значений механических и эксплуатационных свойств. К наиболее сильным факторам, влияющих на износостойкость сплавов, можно отнести повышение концентрации углерода посредством проведения цементации и количество остаточного аустенита после окончательной термической обработки. На объемную долю последнего самое сильное влияние оказывает криогенная обработка, проводимая в жидком азоте. И регулируя количество  $\gamma$ -фазы в науглероженных термодиффузионных слоях конструкционных сталей можно добиться наилучших показателей их износостойкости в условиях воздействия пульсирующих контактных напряжений, соответствующих эксплуатационным условиям работы мелкогабаритных холодновысадочных пуансонов.

Проведение цементации при 920°C в течение 8 или 12 часов, последующей закалки с 860°C в масле и низкотемпературного отпуска, а также дополнительного проведения обработки холодом способствует получению различного количества остаточного аустенита в металлической матрице поверхностных слоев сталей 35ХГСА и 40Х (таблица 1).

В слоях стали 40Х его количество больше чем в аналогичных слоях, сформированных в стали 35ХГСА. Данная зависимость отмечена в нитроцементованных слоях по отношению к науглероженным. Охлаждение термодиффузионных слоев ниже температуры конца мартенситного превращения поспособствовало снижению  $\gamma$ -фазы во всех слоях.

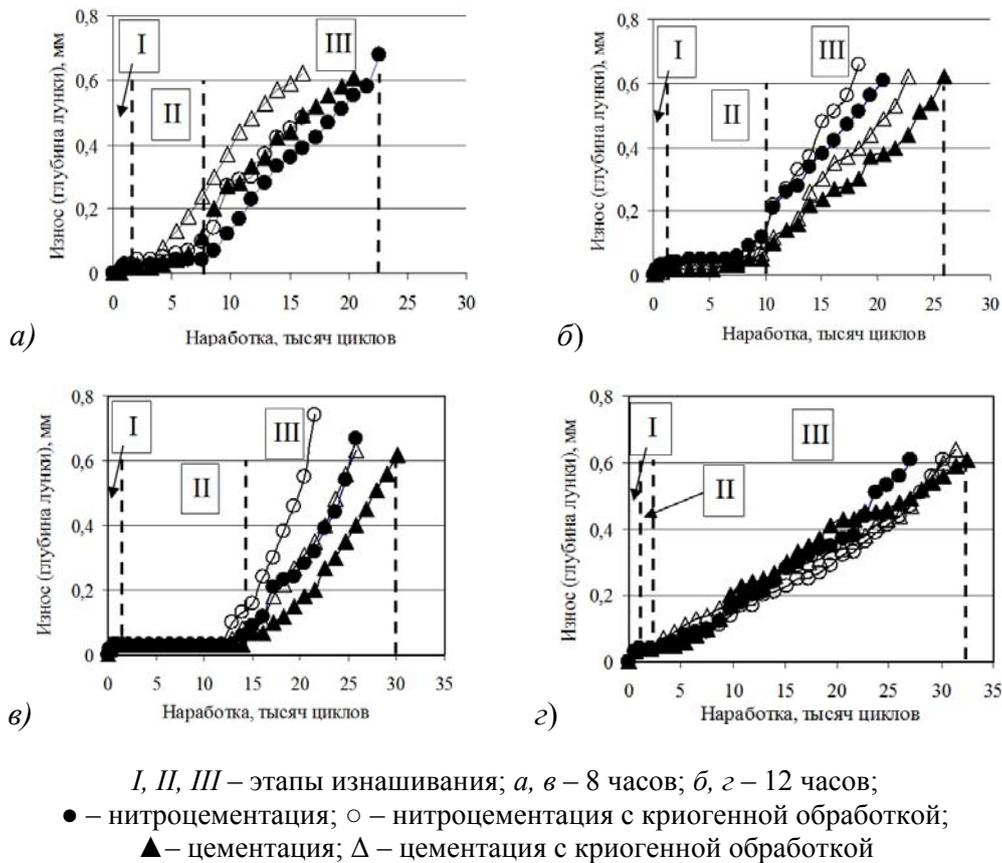
Таблица 1 – Количество остаточного аустенита на поверхности термодиффузионно-упрочненных слоев сталей 35ХГСА и 40Х, %

Технология упрочнения	Длительность ХТО, часов	Сталь 35ХГСА		Сталь 40Х	
		Без криогенной обработки	С криогенной обработкой	Без криогенной обработки	С криогенной обработкой
Нитроцементация, закалка, Н.О.	8	10±2,5	8±2,5	23±2,5	10±2,5
	12	13±2,5	11±2,5	25±2,5	13±2,5
Цементация, закалка, Н.О.	8	7±2,5	6±2,5	17±2,5	10±2,5
	12	10±2,5	8±2,5	18±2,5	8±2,5

При испытании указанных слоев на износостойкость при пульсирующем контактом напряжении 1300±65 МПа получены зависимости изнашивания от числа циклов нагружения (рисунок 1).

На полученных зависимостях можно отметить 3 характерных этапа изнашивания. На первом этапе контактирующие поверхности образцов и контртела прирабатываются. Его длительность не превысила 1000 циклов нагружения. Определено, что наибольшей износоустойчивостью на этапе минимального изнашивания обладает науглероженный слой стали 35ХГСА после 12-ти часового насыщения, в котором количество  $\gamma$ -фазы составляет 10%. при испытаниях установлено, что для стали 40Х максимальной износостойкостью обладает также науглероженный слой, но при меньшей длительности насыщения – 8 часов. После окончательной термической обработки количество остаточного аустенита в нем достигло 17%. Период высокой износостойкости для данных сталей составил 10 тысяч и 14 тысяч циклов соответственно. Необходимо также добавить, что в данных слоях присутствуют карбиды, количество которых находится в промежутке 10...15%. При увеличении длительности ХТО до 12-ти часов на зависимостях изнашивания стали 40Х период минимального износа практически отсутствует. Это связано с повышенным содержанием остаточного аустенита, а также высоким количеством карбидной фазы в цементованных слоях. Но износ на этапе катастрофического изнашивания близок к линейной зависимости, т.е. получается регистрируемый износ, что особенно актуально для упрочнения инструментов, имеющих достаточно большие допуски на размеры при изготовлении отдельных элементов гра-

воры. Изнашивание всех исследованных слоев сопровождается выкрашиванием и отслаиванием небольших объемов деформированного сплава.



*I, II, III* – этапы изнашивания; *а, в* – 8 часов; *б, г* – 12 часов;

- – нитроцементация; ○ – нитроцементация с криогенной обработкой;
- ▲ – цементация; △ – цементация с криогенной обработкой

Рисунок 1 – Зависимости изнашивания термодиффузионно-упрочненных слоев конструкционных сталей 35ХГСА (*а, б*) и 40Х (*в, г*) при амплитуде контактных напряжений  $1300 \pm 65$  МПа

Опытно-промышленная апробация, проведенная на ОАО «ГЗЛиН» показала, что стойкость пуансонов для формирования крестообразного шлица в головке шурупа и маркировочных пуансонов, изготовленных из сталей 40Х и 35ХГСА с термодиффузионно-упрочненной поверхностью, возрасла в 2,7...3,2 раза по сравнению с пуансонами, традиционно производимыми из импортной дорогостоящей инструментальной стали Х12М.

#### Список использованных источников

1. Степанкин И.Н. К вопросу изготовления мелкогабаритного штампового инструмента из экономнолегированных сталей с диффузионным упрочнением поверхностного слоя / И.Н. Степанкин, Е.П. Поздняков // Кузнечно-штамповоч. пр-во. – 2015. – № 9. – С. 25-32.

## НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

УДК 628.543.1

### НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКИ ОСАДКА

*Ануфриев В.Н., Блажук В.Э.*

*Белорусский национальный технический университет*

Концепция совершенствования и развития жилищно-коммунального хозяйства до 2025 года, принятая правительством Республики Беларусь [1], содержит ряд задач в области водоснабжения и водоотведения, связанных с повышением эффективности функционирования и снижением затрат, в том числе за счет уменьшения энергопотребления. Для решения указанных задач определен интерес представляет опыт применения биоинженерных сооружений для очистки сточных вод и обработки осадка на объектах водоотведения небольшой производительности.

Практика проектирования и строительства систем водоотведения небольших населенных пунктов и отдельных объектов в большинстве случаев основана на принципах, используемых для создания инженерной инфраструктуры больших населенных пунктов с организацией централизованных систем канализации. Создание централизованных систем водоотведения в сельской местности и отдельных объектов является весьма затратным, особенно при необходимости транспорта сточных вод на очистку на значительные расстояния. С другой стороны, застройка без организации водоотведения, применение примитивных санитарно-технических устройств в индивидуальной застройке и традиционных простейших сооружений для очистки сточных вод небольшой производительности для сельских населенных пунктов ведет к значительному негативному воздействию на окружающую среду, ухудшает санитарную обстановку, делает проживание людей в таких условиях весьма некомфортным. В связи с чем, актуальной задачей является разработка технических решений связанных с очисткой сточных вод в нецентрализованных системах водоотведения, которые бы обладали надежностью, простотой в эксплуатации, экономичностью, характеризовались бы низким энергопотреблением и позволяли обеспечивать выполнение современных природоохранных и санитарных требований.

В настоящее время в Республике Беларусь более 1,5 млн. человек, проживающих в сельской местности, не имеют доступа к централизованным и местным системам канализации. Строительство централизованной канализации с традиционными подходами в части устройства сооружений биологической очистки с активным илом требует значительных инвестиций, а их эксплуатация связана со значительным энергопотреблением и необходимостью привлечения квалифицированного персонала.

Альтернативным направлением решения указанной проблемы является применение биоинженерных сооружений, основанных на использовании процессов близких к естественным. Одним из таких сооружений являются грунтово-растительные площадки для очистки сточных вод и обработки осадка. Различают площадки с горизонтальным, вертикальным и наклонным потоком в грунте. Различные типы грунтово-растительных площадок имеют свои особенности, что и создает возможность очистки в них разных категорий сточных вод. На грунтово-растительные площадки для предотвращения их колюматации подается осветленная сточная вода. Осветление небольших расходов сточных вод производится в септиках или других сооружениях для отстаивания. Грунтово-растительные площадки для очистки сточных вод представляют собой заглубленное сооружение, объем которого заполнен песком, гравием, галькой, другим крупнодисперсным инертным материалом с посадками камыша либо другой влаголюбивой растительности. Площадки размещают на слабофильтрующих грунтах или же

для предотвращения просачивания частично очищенной сточной воды в грунт, фильтрующая загрузка размещается над слоем гидроизоляции из полимерных пленок. Профильтрованная вода собирается дренажными трубопроводами в нижней части загрузки.

Грунтово-растительные площадки могут применяться в сочетании с другими видами очистных сооружений, например, биологическими прудами, биологическими фильтрами, что позволяет уменьшить нагрузку на площадки и сократить размеры площадей необходимые для их размещения.

Строительство сооружений грунтово-растительных для отдельных объектов и небольших населенных пунктов является доступным, не требует применения сложных механизмов, дорогостоящих материалов и приспособлений и осуществляется с использованием местных строительных материалов. В сравнении с эксплуатацией сооружений биологической очистки с активным илом при аналогичной эффективности удаления загрязняющих веществ удельное энергопотребление при очистке сточных вод на грунтово-растительных площадках ниже в 2-4 раза из-за отсутствия систем аэрации иловой смеси.

Вторым направлением использования растительно-грунтовых площадок является обработка осадка с целью облуживания и подсушивания. Конструктивное исполнение указанных сооружений аналогично. В обоих случаях применяются грунтовая фильтрующая загрузка и посадки макрофитов, однако различное назначение требует и использования особых устройств. В международной практике для обозначения используются различные термины “Constructed wetland” – для обозначения систем для очистки сточных вод и “Reed beds” – систем для обработки осадка.

В настоящее время размещение и долговременное хранение осадка сточных вод на иловых площадках для Республики Беларусь весьма распространенный способ его утилизации даже для крупных очистных сооружений. При этом такие сооружения являются источником запахов и долгосрочного негативного воздействия на почву и подземные воды.

При этом стоимость обработки осадка в случае применения высокотехнологичных методов, которые позволяют снизить влажность и соответственно объем обрабатываемого осадка характеризуются резким ростом в сравнении экстенсивными методами (обезвоживание на иловых площадках). Так, например, стоимость капитальных вложений на сооружения механического обезвоживания с использованием ленточных фильтр-прессов варьируются в пределах 160 – 500 тысяч белорусских рублей в зависимости от производительности оборудования. Данное оборудование характеризуется энергопотреблением около 20–30 кВт ч на 1 т сухого вещества осадка. При этом требуется 4–12 кг специального реагента флокулянта на 1 т сухого вещества осадка. Применение методов дополнительной обработки, такой как сушка и сжигание делают процесс обращения с осадком еще более затратным. При сжигании стоимость инвестиций уже достигает уровня 40-80 миллионов белорусских рублей. Если для крупных очистных сооружений такие технологии являются приемлемыми из-за большого объема обрабатываемого осадка, то для очистных сооружений небольшой и средней производительности проблема обработки осадка является актуальной в части технических решений, которые при соответствующем уровне санитарной и экологической безопасности характеризовались бы приемлемыми технико-экономическими показателями.

В этом плане представляет определенный интерес замена иловых площадок традиционных конструкций на грунтово-растительные площадки предназначенных для обработки осадков.

Простота устройства грунтово-растительных площадок дает возможность для их эффективного использования с целью обработки осадка сточных вод небольших объектов.

Осадок из очистных сооружений сточных вод подается на поверхность площадки по распределительной системе трубопроводов. В слое загрузки с растениями происхо-

дит обезвоживание осадка за счет транспирации, испарения и его частичная минерализация. Профильтровавшаяся вода собирается дренажными трубопроводами, уложенными в нижней части загрузки и отводится обратно на очистные сооружения. Для предотвращения просачивания иловой вод в нижележащие слои грунта фильтрующая загрузка размещается над слоем гидроизоляции из полимерной пленки таким образом в отличие от традиционных иловых площадок отсутствует фильтрация в грунт иловой воды, профильтровавшейся через загрузку. Срок эксплуатации таких систем составляет около 10 лет, с получением влажности осадка при его выгрузке не более 70% [2].

Грунтово-растительные площадки, предназначенные для обработки осадков, имеют определенные особенности и требуют проведения специальных исследований по адаптации технических решений к климатическим условиям Республики Беларусь и разработки усовершенствованных конструкций таких сооружений.

#### **Список использованных источников**

1. Концепция совершенствования и развития жилищно-коммунального хозяйства до 2025 года. Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 29.12.2017 № 1037.
2. Steen Nielsen. Sludge Treatment in Reed Beds Systems – Development, design, experiences. Sustainable Sanitation Practice, 2012. – №12. – Pp. 33-39.

УДК 622.23

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

*Басалай Г.А.*

*Белорусский национальный технический университет*

На рудниках ОАО «Беларуськалий» широко применяется столбовая система отработки пластов полезного ископаемого с использованием современных высокопроизводительных очистных комплексов. Основными составляющими очистного комплекса являются: один-три очистных комбайна, забойный скребковый конвейер, комплекс гидромеханизированной крепи и энергостанция.

Ежегодные объемы руды, поставляемые от очистных комплексов на солеобогатительные фабрики, составляют свыше 40 млн. т. при объеме конечной продукции, т. е. калийных удобрений, 8 млн. т.

В виду разнообразия горногеологических условий на различных рудниках и горизонтах очистные лавы формируются по нескольким принципиальным схемам, которые зависят, в первую очередь, от мощности разрабатываемого пласта (низкая или высокая лава), а также схемы отработки (валовая или селективная) сложно сформированных пластов.

С учетом технологических особенностей на рудниках разрабатываемого Старобинского месторождения применяются различные по конструктивному исполнению и принципам действия одно- или двухшнековые очистные комбайны фирмы Айкхофф (Германия), с диаметром шнеков до 1400 мм и установленной мощностью электродвигателей на привод шнек-фрез от 150 до 400 кВт.

Эффективность очистного комплекса в значительной степени зависит также от конструктивных и эксплуатационных параметров забойных скребковых конвейеров. Для комплектации очистных комплексов в настоящее время используются скребковые конвейеры белорусских производителей горного оборудования: ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», Холдинг «Нива». Длина конвейеров выбирается с учетом длины лавы, которые могут достигать 250 и более метров, которые предназначены для транспортирования руды из очистных и подготовительных забоев к пунктам перегрузки на магистральные ленточные конвейеры.

Цель работы – повышение эффективности работы очистных комплексов при разработке пластовых месторождений калийных солей.

Эффективность работы комплексов может достигаться как мероприятиями по модернизации конструкций оборудования, так и оптимизацией режимов его эксплуатации, т.е. повышением надежности, увеличением производительности, снижением энергоемкости, уменьшением металлоемкости и обеспечением безопасного ведения горных работ.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. оценка запаса устойчивости очистных комбайнов в рабочем режиме на ставе забойного конвейера;
2. повышение производительности очистного комбайна по погрузке руды на забойный конвейер;
3. повышение надежности и увеличение ресурса тяговых цепей скребкового конвейера;
4. снижение энергоемкости и повышение производительности транспортирования руды скребковым конвейером;
5. управление горным давлением в лаве с использованием на очистном комбайне специализированного модуля по нарезке щели в кровле.

**Задача №1.** При оценке устойчивости комбайна на ставе скребкового забойного конвейера, за основу принята методика, изложенная в книге «Очистные комбайны» (Под ред. Морозова В.И.).

В работе разработаны принципиальные расчетные схемы и расчетные зависимости, которые использовались при анализе устойчивости пяти очистных комбайнов, широко применяемых на рудниках Беларуськалия.

При оценке устойчивости по данной методике использовано условие, что четырехопорная жесткая система комбайна заменяется на трехопорную, т.е. одна из четырех реакций в опорах принимается равной нулю.

Для составления уравнений равновесий комбайна в рабочем режиме определяются значения активных сил и моментов на рабочем органе, в зависимости от установленной мощности электродвигателей и конструктивных параметров фрез. В результате расчета определены значения вертикальных и горизонтальных реакций в опорах, а также тяговое усилие.

В качестве первого объекта выбран одношнековый комбайн SL 300 NE с расположением шнек-фрезы на уровне корпуса комбайна. Коэффициент запаса устойчивости комбайна в рабочем режиме равен 2,13.

Второй объект – одношнековый комбайн SL 300 E с консольным боковым в сторону забоя расположением шнек-фрезы относительно корпуса. Коэффициент запаса устойчивости равен 1,57.

Третий объект – одношнековый комбайн ESA-150 L. Он применяется для обработки краевых зон лавы, поэтому имеет специальное конструктивное исполнение корпуса и возможность поворота фрезы с рукоятью на 180°. Коэффициент запаса устойчивости комбайна ESA-150 L равен 1,1.

Четвертый и пятый объекты – двухшнековые комбайны. Первый из них – SL 300 применяется для валовой разработки пласта, а второй – SL 500 S для селективной выемки полезного ископаемого. Результаты расчета: для комбайна с ведением валовой выемки коэффициент запаса устойчивости равен 2,37; для комбайна селективной выемки – 3,82.

**Задача 2.** Эффективность работы очистного комбайна зависит не только от его эффективности по фрезерованию массива горной породы, но и производительности по погрузке руды на забойный конвейер шнековым исполнительным органом. На ее величину значительное влияние оказывают конструктивные параметры витков шнека, погружного щитка, металлоконструкции рукояти, а также элементы става конвейера.

Опыт эксплуатации современных очистных комбайнов показывает, что при увеличении рабочей скорости подачи комбайна на забой происходит «заштыбовка» по причине ограниченной пропускной способности канала, образованного поверхностями выше приведенных элементов. По данной проблеме имеется ряд публикаций. Автором проведен анализ пропускной способности канала путем изменения угла изгиба линейной части рукояти в зоне погрузки. В результате модернизации рукояти (при угле изгиба  $15^\circ$ ) пропускная способность увеличивается в 1,8 раза. На схему модернизации очистного комбайна с применением Г-образной рукояти получено положительное решение на выдачу патента.

**Задача №3.** Как отмечалось в начале, одним из вариантов повышения эффективности очистного комплекса является увеличение производительности и снижение энергоемкости транспортирования руды забойным скребковым конвейером от очистного комбайна к пункту перегрузки на штрековый скребковый конвейер. Это особенно актуально для лав протяженностью 250 метров при мощности вынимаемого пласта до 2,5 м.

Анализ конструкций забойных скребковых конвейеров и режимов их работы показывает, что имеется возможность повышения их эксплуатационных показателей путем модернизации конструкции.

Коэффициент полезного действия скребкового конвейера, а также ресурс тяговой цепи и приводных звездочек может быть значительно увеличен за счет оптимизации параметров сопрягаемых элементов. В работе проведен сравнительный анализ мощности сил трения по расчетной модели взаимодействия элементов цепи с зубчатым венцом приводной звездочки в зависимости от количества зубьев в диапазоне от 5 до 11 штук.

Результаты показали, что применяемые в приводах забойных конвейеров звездочки, имеющие семь зубьев, обладают повышенными затратами энергии. Их можно снизить до 20 %, применив звездочки с числом зубьев девять, при этом их диаметр увеличивается незначительно – до 27%.

**Задача № 4** посвящена повышению производительности и снижению затрат энергии на транспортирование руды.

Перспективным вариантом совершенствования процесса транспортирования отбитой горной массы из лавы на штрековые конвейеры, является замена способа перемещения волочением полезного ископаемого, находящегося в желобе конвейера, на транспортировку переносом. Перенос предлагается осуществлять следующим образом: на тяговой цепи конвейера сзади за скребками закреплены горизонтальные пластины.

Для определения эксплуатационных параметров скребкового конвейера с пластинами разработана расчетная модель по определению объемов массы породы, находящейся перед скребком и транспортируемой методом волочения по желобу, а также массы, находящейся за скребком на пластине, с учетом угла естественного откоса измельченной породы.

Увеличение производительности может быть достигнуто за счет регулирования плотности установки пластин за каждым скребком или с определенным диапазоном, а также плотности установки самих скребков на тяговой цепи. Это позволит поддерживать производительность на заданном уровне при существенном уровне при существенном уменьшении скорости тяговой цепи до 20% (с 1 м/с до 0,8 м/с).

**Задача №5.** Одной из актуальных проблем при эксплуатации современных очистных комплексов в сложных горногеологических условиях также является обеспечение устойчивого управления опусканием кровли по мере продвижения лавы. Это проявляется особенно при работе очистных комплексов в лавах, расположенных под ранее пройденными выработками.

В результате динамического проявления горного давления может происходить аварийная посадка лавокомплекса «на жесткую», т. е. разрушение гидростоек секций крепи и образование значительных завалов в очистном забое.

В настоящее время на рудниках ОАО «Беларуськалий» для разупрочнения кровли проводят бурение шпуров в кровле выработки с последующими взрывами в завальной зоне с целью стабилизации деформационных процессов в горном массиве. Однако применение этого метода имеет ряд недостатков: сложность управления взрывом и непредсказуемость последствий в подвижном горном массиве.

Автором совместно с ведущими специалистами Института горного дела (г. Солигорск) разработан новый метод управления горным давлением, который реализуется путем нарезки продольно-раскрывающей щели в кровле очистного забоя, непосредственно перед очередной передвижкой лавы на забой. Для этого очистной комбайн оборудован специализированным модулем, в виде дисковой фрезы с приводом.

Таким образом, в результате решения пяти технических задач можно сделать следующие выводы:

1. Запас устойчивости очистных комбайнов в рабочем режиме на ставе забойного конвейера составляет от 1,1 до 3,8, что позволяет для двухшнековых комбайнов SL 300 и SL 500 S увеличить их рабочую скорость подачи на забой до 7%;

2. Повышение производительности очистного комбайна по погрузке руды на забойный скребковый конвейер можно обеспечить путем модернизации рукояти с увеличением проходного сечения в 1,8 раза;

3. Повышение КПД привода и увеличение ресурса тяговых цепей конвейера достигается использованием приводных звездочек с числом зубьев 9 (девять), позволяющее снизить мощность сил трения до 20%;

4. Снижение энергоемкости транспортирования руды скребковым конвейером обеспечивается установкой на тяговых цепях пластин, расположенных за скребками, имеющих длину, равную 2/5 от шага установки скребков;

5. Управление горным давлением в лаве достигается использованием на очистном комбайне специализированного модуля в виде дисковой фрезы для нарезки щели в кровле выработки перед очередной передвижкой става конвейера и секций гидрокрепи.

УДК 620.92 + 691.5

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ДЛЯ ОБЖИГА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА**

*Басалай И.А., Зеленуха Е.В.*

*Белорусский национальный технический университет*

Производство цемента в Республике Беларусь является важным сектором экономики страны. Оно имеет развитую структуру и в значительной степени обеспечивает нужды внутреннего строительства. Общая проектная мощность предприятий по производству цемента составляет около 10 млн. тонн в год. Сырьевая база цементных заводов Беларуси, определяемая промышленными запасами месторождений мергеля и мела, обеспечивает их долгосрочную стабильную работу:

ОАО «КСМ» – месторождения мела Волковысской группы	130 млн. т;
ОАО «БЦЗ» – «Коммунарское» (рис. 1)	270 млн. т;
ОАО «КЦШ» – «Каменка»	170 млн. т.

Производство цемента включает четыре ступени: добыча и подготовка сырья; обжиг для производства клинкера; смешивание и измельчение клинкера до консистенции цемента; хранение, упаковка и доставка цемента потребителям.

Следует отметить, что данный технологический процесс является крупным потребителем энергоресурсов. Постоянное удорожание традиционных энергоносителей

ведет к существенному увеличению себестоимости продукции, а значит – к снижению его эффективности. Поэтому, необходим поиск нетрадиционных источников энергии.

В связи с вышесказанным актуальным является вовлечение в топливно-энергетический баланс предприятий по производству цемента вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Необходимость использования ВЭР объясняется тем, что коэффициент полезного использования энергоресурсов в Республике Беларусь и странах СНГ – главный показатель эффективности производства – не достигает 40% и свидетельствует о существовании ресурсов экономии.

Для обеспечения процесса обжига цементного клинкера (рис. 2) теплом и требуемой энергией используются различные виды топлива (ископаемого или отходы). Для сжигания в печи используются следующие типы ископаемого топлива:

- твердое топливо, то есть уголь, кокс, каменный бурый уголь, лигнит и в некоторых случаях сланцевое масло;
- жидкое топливо, то есть мазут, включая высоковязкий мазут;
- газообразное топливо, например, природный газ.



Рисунок 1 – Добыча мергеля на карьере «Коммунарское»



Рисунок 2 – Цех обжига клинкера на Белорусском цементном заводе

Основными технологическими видами топлива, используемого при обжиге строительных материалов, в частности, цементного клинкера, являются каменные угли и природный газ. Требования к технологическому топливу для обжига цементного клинкера и извести отражены в ВНТП-06-91 [1].

Европейская цементная промышленность использует большое количество топливных отходов различного происхождения, которые на некоторых заводах заменяют до 80 % ископаемого топлива. Эта позволяет цементной промышленности снижать выбросы парниковых газов и экономить природные энергетические ресурсы.

Специально отобранные отходы с адекватной калорийностью можно использовать в цементной печи взамен обычного ископаемого топлива (такого как уголь) с учетом их характеристик. Часто они используются только после проведения предварительных испытаний. Рассматриваются различные критерии, играющие роль в подборе топливных отходов, поскольку они оказывают влияние на работу печи и выбросы. К ним относятся физические критерии, например, способность к переносу потоком воздуха, и химические критерии, например, содержание хлора, серы, щелочей, фосфатов, летучих металлов, реакционная способность.

Чтобы гарантировать характеристики топливных отходов, требуется система обеспечения качества, включающая отбор и приготовление образцов, анализы и внешний контроль. В зависимости от типа используемых отходов и их характеристик важным является место подачи отходов в печь, так как это влияет на выбросы из печи.

К альтернативным видам топлива для условий Беларуси относятся: местное топливо (торфобрикеты), отработанные автомобильные покрышки, отходы переработки нефти (нефтекокс), в перспективе твердые бытовые отходы (ТБО), сухие осадки сточных вод, высокосернистые и местные бурые угли. Наибольший прогресс в замещении импортируемых видов топлива альтернативными на сегодня достигнут на Белорусском цементном заводе (рис. 3).

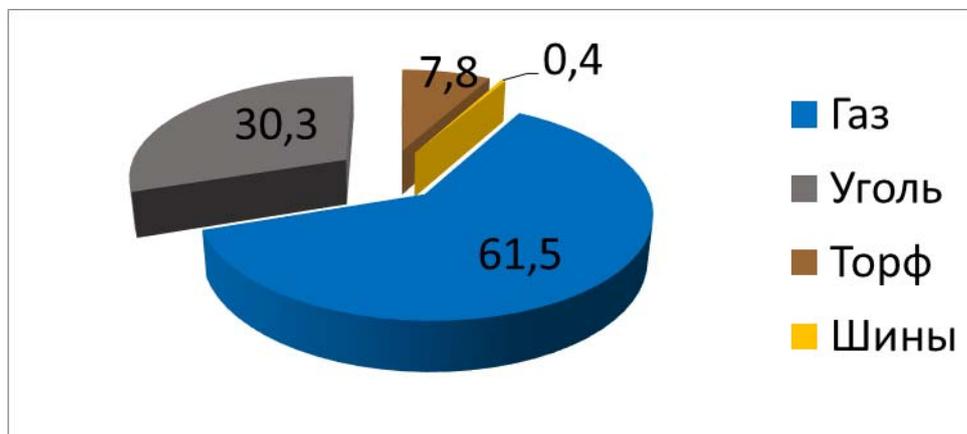


Рисунок 3 – Долевое соотношение используемых видов топлива на Белорусском цементном заводе

Эффективность использования горючих вторичных энергетических ресурсов в качестве топлива зависит от следующих качественных характеристик: теплоты сгорания, определяющей энергетическую ценность ресурсов, влажности, зольности, химического состава.

Характеристики различных типов топливных отходов (влажность, калорийность) оказывают основное влияние на удельное потребление энергии. Низкая калорийность и высокая влажность приводят к увеличению удельного потребления энергии (на одну тонну клинкера). Чтобы достигнуть такого же потребления энергии при использовании топливных отходов с низкой калорийностью, требуется их большее количество в сравнении с использованием традиционного топлива (уголь, газ).

Таблица – Сравнительные характеристики теплотворной способности различных видов топлива

№ п/п	Продукт	Теплотворная способность, МДж/кг
1	Дерево (твердая масса, влажная)	10
2	Дерево (твердая масса, сухая)	12
3	Бурый уголь	16
4	Брикеты и пеллеты из костры льна	18
5	Черный уголь	20
6	Кокс	25
7	Природный газ	32

В работе выполнен комплексный анализ экономической эффективности использования в качестве топлива отходов льнопереработки. В процессе первичной обработки лубяных культур образование костры составляет от тресты большой удельный вес – 55...70%. Отходы льнопроизводства (костра) за 2017 год по Республике Беларусь составляют около 30 тыс. т.

Сопоставляя результаты комплексного исследования эксплуатационно-топливных характеристик проб, можно заключить, что использование льнокостры в цементном производстве допустимо и целесообразно. Это обусловлено её высокой теплотворной способностью, большим суммарным содержанием горючих элементов (углерода и водорода), небольшой зольностью на сухое состояние, малым содержанием серы, что является одним из основных факторов, ограничивающих применение других альтернативных видов топлива.

При годовой производительности ОАО «БЦЗ» по клинкеру 1,156 млн.т., потребность в условном топливе составляет 187 тыс. т. у.т.

Таким образом, при использовании льнокостры на данном предприятии можно заменить 7,6 % условного топлива.

#### **Список использованных источников**

1. Ведомственные нормы технологического проектирования цементных заводов: ВНТП 06-91: утв. концерн "Цемент" 29.01.1992: взамен ВНТП 06-86; введ. в действие 1992-03-01 / Российский государственный концерн "Цемент". – СПб, 1991. – 101 с.

УДК 662.641.013.8:628.5(047,1)(476)

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗООЧИСТНЫХ УСТАНОВОК ТОРФОБРИКЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Борисейко В.В.*

*Белорусский национальный технический университет*

Защита окружающей среды от загрязнения в современных условиях мировой промышленности – одна из важнейших задач человечества. При переработке горных пород существенную опасность для здоровья людей и используемой техники представляет взрывоопасная породная пыль. В торфяной промышленности при добыче и переработке фрезерного торфа и производстве топливных брикетов на его основе выбросами являются твердые частицы в виде торфяной пыли, которая может полностью использоваться для производства брикетов. Для улавливания этой пыли обоснованно предложено использовать рукавные фильтры, расположенные в металлическом корпусе цилиндрической формы [1]. В соответствии с существующими методиками расчетов, технологические расчеты рукавных фильтров сводятся к определению площади фильтровальной перегородки, гидравлического сопротивления этой перегородки и аппарата в целом, частоты и продолжительности циклов регенерации фильтрующих элементов [2].

При подборе для торфобрикетного производства газоочистных установок (далее – ГОУ) с рукавными фильтрующими элементами необходимо учитывать много существенных факторов:

- 1) характеристику очищаемых газов – средний объемный расход очищаемых газов, температура и давление, содержание влаги, точка россы;
- 2) свойства пыли и ее характеристика, а именно тип пыли и гранулометрический состав частиц, а также ее ценность и возможность возврата в производство;
- 3) взрываемость и горючесть пылегазовой смеси;
- 4) средняя и максимальная массовая концентрации в воздушном потоке на входе в ГОУ и предельно допустимая концентрация на выходе при выбросе в атмосферу.

В условиях реального производства брикетов на ОАО «ТБЗ Усяж» был установлен и испытан рукавный фильтр в системе обеспыливания штемпелей брикетных прессов, представляющий собой цилиндрический корпус диаметром 1800 мм, внутри которого расположены на металлических каркасах рукавные фильтры длиной 3,5 м общей площадью фильтра 80,08 м<sup>2</sup>. Для регенерации 52 рукавов диаметром 140 мм предусмотрен сжатый воздух, нагнетаемый компрессором в ресивер. Небольшой автоматический регулируемый

блок управления периодической подачи сжатого воздуха внутрь вертикально расположенных рукавов, позволяет через электромагнитные клапаны подавать импульсивную струю воздуха и разрушать накопившуюся снаружи рукавов корку пыли (регенерировать пропускную способность фильтра).

Время регенерации в основном зависит от средней концентрации пыли в воздушном потоке и скорости фильтрации. Частая импульсная регенерация приводит к преждевременному разрыву ткани рукавов и дополнительному расходу энергии.

Для изучения основных параметров и характеристик такой ГОУ (на штемпеля брикетного пресса установлен фильтр Simatek JM 52/35-124T-R, на зевы прессов – фильтр Simatek JM 52/35-04-4T), а также с целью оптимизации работы рукавных фильтров использовался газоанализатор testo 350 M/XL, состоящий из управляющего модуля, анализатора и зонда для отбора пробы. Управляющий модуль отображает данные измерений и служит для управления анализатором. Дополнительно, управляющий модуль используется как отдельный компактный прибор для проведения измерений встроенным сенсором дифференциального давления, и других параметров (температура, влажность и др.) с помощью дополнительных зондов.

С помощью этого газоанализатора получены экспериментальные данные, позволяющие оптимизировать основные параметры конструктивного устройства рукавного фильтра, а также проанализировать характеристики очищаемых газов.

Экспериментальные данные, (средние значения при нормальных условиях: температура  $T=273$  К, давление 101325 Па):

1. гидравлическое сопротивление: штемпель пресса – 1600 Па, зев пресса – 1500 Па;
2. концентрация загрязняющих веществ (пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния – менее 70 %), мг/нм<sup>3</sup>:
  - на входе в ГОУ:
    - а) штемпель пресса – 3389;
    - б) зев пресса – 503;
  - на выходе из ГОУ:
    - а) штемпель пресса – 18,4;
    - б) зев пресса – 18,0;
3. коэффициент местного сопротивления:
  - а) штемпель пресса – 0,54;
  - б) зев пресса – 0,88;
4. скорость пылевоздушной смеси, м/с:
  - а) штемпель пресса – 18,5;
  - б) зев пресса – 12,1;
5. удельная газовая нагрузка (при температуре газов 27 °С), м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>/мин:
  - а) зев пресса – 2,002;
  - б) штемпель пресса – 1,869;
6. средний объем пылевоздушной смеси, нм<sup>3</sup>/с:
  - а) зев пресса – 1,75 (6300 нм<sup>3</sup>/ч);
  - б) штемпель пресса – 2,06 (7416 нм<sup>3</sup>/ч);
7. эффективность ГОУ, %:
  - а) штемпель пресса – 99,45;
  - б) зев пресса – 97,2.

Для штемпелей пресса используется фильтр с фильтрующей поверхностью аппарата  $F = 80,08$  м<sup>2</sup>. Соответственно, зная объем газа при нормальных условиях, определяется удельная газовая нагрузка фильтровальных рукавов:

$$q = \frac{V}{60F} = \frac{7416}{(60 * 80,08)} = 1,543 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{мин}. \quad (1)$$

Исходя из этой нагрузки, определяется площадь фильтрующей поверхности для зевов прессов:

$$F = \frac{V}{60q} = \frac{6300}{(60 * 1,543)} = 68,04 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Фактическая удельная газовая нагрузка фильтровальных рукавов отличается от рекомендованных параметров поставщика этих фильтров ( $q=2,5\div 3 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{мин}$ ) в меньшую сторону. Это говорит о том, что можно использовать фильтры с меньшей фильтрующей поверхностью, соответственно меньших габаритов, массы и меньшей стоимости.

Сопротивление в Па, вызванное осевшей пылью, рассчитывается по уравнению:

$$\Delta P = K\mu\tau v^2, \quad (3)$$

где  $K$  – параметр сопротивления слоя пыли, м/кг;

$\mu$  – динамическая вязкость газа, Па с;

$\tau$  – продолжительность фильтровального цикла, с;

$c$  – концентрация пыли на входе, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – скорость фильтрации.

Исходя из справочных и экспериментальных данных (гидравлическое сопротивление, время регенерации), определяем  $K$  (справочные данные для торфяной пыли отсутствуют):

$$K = \frac{\Delta P}{\mu\tau v^2} = 4,66 * 10^8 \text{ м/кг}. \quad (4)$$

Величина  $K$  зависит от свойства пыли и порозности слоя пыли на перегородке. Для частиц торфяной пыли с медианным диаметром  $d_m = 27\div 122 \text{ мкм}$  [1],  $K = 4,66 * 10^8 \text{ м/кг}$ .

В соответствие с рекомендациями производителя фильтров оптимальное давление перепада составляет  $p = 4 \text{ кПа}$ , тогда время регенерации составит  $\tau = 42,6 \text{ с}$  (для фильтра штемпелей пресса) и  $\tau = 251 \text{ с}$  (для фильтра зевов пресса). Изначально оборудование настраивалось на  $17 \text{ с}$ , что приводило к преждевременному порыву рукавов. Оптимизация времени регенерации увеличила срок эксплуатации рукавных фильтров систем аспирации брикетных прессов без их замены с одного года до  $2\div 3 \text{ лет}$ . Стоимость одного комплекта сменных рукавов составляет  $700\div 900 \text{ евро}$ .

На основании полученных экспериментальных данных, можно производить подбор рукавных фильтров и для других аспирационных систем в комплексной технологии добычи и переработки торфа. Наряду с вышеуказанными параметрами, рукавные фильтры обеспечивают улавливание частиц пыли в пять раз ниже допустимой нормы по выбросам, а также существенно экономят воду [1].

#### Список использованных источников

1. Березовский Н.И. Экологические и экономические аспекты использования инновационных аспирационных систем в торфяной промышленности / Н.И. Березовский, В.В. Борисейко // Природопользование: сб. науч. ст. – Минск, 2018. – Вып. 1. – С. 224-237.

2. Бракович И.С. Расчет рукавного фильтра: методические указания / И.С. Бракович, В.Д. Сизов, В.Н. Короткий. – Минск: БНТУ, 2011. – 27 с.

**ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОСТОВ**

Воронкин Н.Д., Ходяков В.А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: voronnikita13@gmail.com, xva609@gmail.com

*Abstract.* Typical results are shown and tendencies observed in the dynamic behavior of highway bridges are presented. For a deteriorated pavement, the dynamic impact of heavy vehicles is shown to be larger at lower truck speeds. Some correlation is shown between the dynamic properties of the bridge and its stiffness, as measured in a static load test.

Динамическое испытание мостов является важной частью процесса приемки новых сооружений в эксплуатацию. Как дополнение к испытаниям статической нагрузкой, проводятся и динамические испытания, которые дают полезную информацию о поведении моста в условиях, приближенных к естественным эксплуатационным. Эту информацию, как правило, трудно получить аналитически из-за сложности правильной оценки фактических условий эксплуатации моста. Ухудшение состояния ездового покрытия из-за динамических воздействий на мосты является особо важным фактором при эксплуатации сооружения. Эту информацию можно легко и достоверно получить при проведении динамических испытаний.

Целью динамических испытаний является определение параметров динамического воздействия подвижной нагрузки на мосты. Основными динамическими характеристиками являются: основная частота колебаний, динамический коэффициент усиления и логарифмический декремент затухания.

Для возбуждения собственных колебаний пролётного строения моста доступны несколько методов, в частности: сброс тяжелого веса с или на пролётное строение или прохождение на высокой скорости грузового автомобиля большой массы. Последний метод является более предпочтительным для динамического испытания мостов, поскольку он дает наряду с достаточно точными значениями приведенных выше величин, более естественное влияние фактической подвижной нагрузки на конструкцию. Изменяя скорость грузовика при разных проездах по мосту, можно исследовать весь диапазон скоростей движения. Кроме того, этот метод легко реализуется, в то время как некоторые из других требуют более сложных процедур по подготовке к испытанию. Измерения собираются и записываются динамической системой сбора данных со встроенным алгоритмом быстрого преобразования Фурье (БПФ), позволяющий мгновенно анализировать и интерпретировать результаты во время испытания.

**Метод.** Грузовик проезжает по мосту с несколькими скоростями. Эффект ухудшения ездового покрытия моделируется путем установки искусственного препятствия в виде доски на пути колеса грузовика, что моделирует выбоину на ездовом покрытии. Это оказывает сильное воздействие, когда грузовики проходят середину пролета. Для измерений используются датчики абсолютного перемещения и регистрируются только результаты с относительно высокой частотой (более 0,2 Гц). Затем производят наложение статической линии влияния моста, чтобы получить полную линию динамического влияния.

**Результаты.** Поскольку в ходе испытания собрано много информации, результаты обычно представляются графически. Линия динамического влияния на конструкцию моста, подвергнутого прохождению грузовика, строится для всех скоростей движения, с и без доски. Это позволяет просто визуально определить динамический коэффициент усиления  $1+\mu$ . Собственная частота колебания моста получается из спектров ускорения, выполняемых анализатором БПФ. Логарифмический декремент получается после анализа затуханий свободных колебаний моста, после того как грузовик покинул мост или, по крайней мере, когда он достаточно далеко от датчиков.

В случае гладкой поверхности ездового полотна отклик моста мал и увеличивается с ростом скорости, в случае ухудшения ровности поверхности отклик увеличивается, а влияние скорости грузовика менее ясное. В некоторых конструкциях наблюдалось, что более низкие скорости грузовика могут вызывать большие перемещения, чем более высокие скорости. Одно из возможных объяснений заключается в том, что грузовик, передвигающийся с более низкой скоростью, может вызвать два отличных удара, так как его две задние оси последовательно попадают в доску. При низких скоростях два удара происходят примерно в течении одной секунды, что близко к естественному периоду колебания большинства мостов. На более высоких скоростях два удара очень близки друг к другу и сильно отличаются от собственной частоты колебания моста. Некоторые нормативные документы дают предельные значения ускорения в зависимости от собственной частоты колебания моста. На практике эти пределы никогда не достигаются, если поверхность ездового полотна гладкая, но они могут быть превышены в случае изношенного ездового покрытия. Таким образом, результаты испытаний на динамическую нагрузку дают полезную информацию о чувствительности моста к износу покрытия и могут быть использованы при определении плана обслуживания ездового покрытия.

**Сравнение с результатами статических испытаний.** Поскольку динамическое испытание обычно выполняется на мостах, которые уже подвергались испытанию на статическую нагрузку, могут быть сделаны сравнения между поведением моста под статической и динамической нагрузкой. Очевидно, что два поведения связаны друг с другом, поскольку жесткость моста или коэффициент жесткости  $k$  появляется как при испытании на статическую нагрузку, так и в качестве компонента собственной частоты колебания пролётного строения. Как и ожидалось, в среднем наблюдается увеличение собственной частоты с увеличением жесткости. Однако разброс довольно велик, особенно для бетонных мостов, так как их масса сильно зависит от сечения. Аналогичный разброс можно наблюдать при рассмотрении корреляции между коэффициентом динамического усиления и пролетом моста или собственной частотой. Анализ разброса данных позволяет сделать вывод, что приближенных формул для правильной оценки динамического влияния подвижной нагрузки на мосты недостаточно. Для правильной оценки всегда необходимо проводить натурные динамические испытания.

УДК 624.154

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВИБРОШТАМПОВАННЫХ СВАЙ ПО ДАННЫМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Ерохина Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: erohinaula@gmail.com

*Abstract.* In article results of definition of a carrying capacity of vibrated stamped piles according to static sounding and test of soils by these piles the static pressing load are compared.

Одним из наиболее подходящих методов для оценки несущей способности свай и изменения физико-механических свойств грунтов в результате заглубления свай является статическое зондирование. Параметры статического зондирования позволяют наиболее достоверно оценить несущую способность грунтов по боковой поверхности свай и под ее пятой. Несущая способность свай при действии вертикальной вдавливающей нагрузки вычисляется как сумма несущей способности грунта под пятой свай и по ее боковой поверхности, для расчета которых используют сопротивление грунта под наконечником зонда  $f_s$  и по муфте трения  $q_c$ , полученные по данным статического зондирования.

Для анализа результатов определения несущей способности виброштампованных набивных свай расчетным и опытным путем используем результаты статического зондирования грунтов на площадке в г. Минск на пересечении проспекта Независимости и улицы Макаенка. Статическое зондирование выполнялось установкой УСЗ-15/36А (тип зонда II) согласно ГОСТ 19912-2001 и СТБ ISO для оценки прочности грунтов и выделения инженерно-геологических элементов(ИГЭ) в точках наблюдения. Глубина погружения зонда составила от 10,0 м (испытание штампами) до 25,0 м (основной комплекс работ). Модуль деформации по данным зондирования и испытаниям штампом отличаются на 0–7%.

Результаты значений сопротивлений, определенных статическими испытаниями и по данным статического зондирования на данном объекте представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения сопротивлений, определенных статическими испытаниями и по данным статического зондирования

№№ свай	Длина свай L, м / диаметр d, м	Значения сопротивлений в кН, определенных		
		статическими испытаниями свай $F_d^{ст. исп.}$	статическому зондированию $F_d^{ст. зонд.}$	$\frac{F_d^{ст. исп.}}{F_d^{ст. зонд.}}$
1	13,5/0,35	1050	929	1,13
2	11.6/0.35	1050	751	1,39
3	13.25/0.325	1100	840	1,31
4	13/0,35	1050	690	1,52
5	13,6/13,5	1050	908	1,16
6	13,5/0,35	1050	834	1,26
8	13,5/0,35	1100	822	1,34
9	13/0,35	870	618	1,41
11	13,5/0,35	1100	1048	1,05
13	13,5/0,35	1100	739	1,49
22	13/0,35	870	624	1,39
25	13,5/0,35	1100	949	1,15
26	13.8/0.325	1100	909	1,21
27	13,8/0,325	1100	665	1,65
34	12,8/0,35	1050	907	1,15

**Выводы.** Значение несущей способности свай, полученное по данным статического зондирования и испытанием статической вдавливающей нагрузкой отличаются между собой в среднем на 30%. Использование параметров статического зондирования при определении несущей способности свай позволяет снизить ее чрезмерные запасы и количество свай в составе фундамента.

**ТЕХНОЛОГИЯ СКОРОСТНОГО ГОРЯЧЕГО ВЫДАВЛИВАНИЯ  
БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДОРОЖНЫХ РЕЗЦОВ  
ДЛЯ СНЯТИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ**

*Качанов И.В., Шаталов И.М., Быков К.Ю., Мурашко Д.А.  
Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время, в связи с возрастающим объемом дорожно-строительных работ (в 2 и более раз) в Республики Беларусь, использование современных инновационных технологий строительства и ремонта автомобильных дорог является весьма актуальным и экономически оправданным. В современной общеевропейской и мировой практике ремонтно-строительных дорожных работ широко используются дорожные фрезы различных конструкций. Основным рабочим элементом дорожной фрезы, определяющим качество выполненных работ, является резец.

Резцы для дорожных фрез – это твердосплавные элементы, используемые в конструкции дорожных фрез, и монтируемые в специальных резцедержателях. От качества и надежности резцов во многом зависит эксплуатационный ресурс фрезы в целом и, что немаловажно, предсказуемость ремонтного процесса. Резцы подвергаются чрезмерным механическим нагрузкам, которые следует рассматривать, как разрушающий фактор. Чтобы не допустить преждевременную и непредвиденную порчу резцов, и как следствие проста всего оборудования, резцы для дорожных фрез подлежат своевременной замене.

При фрезеровании на резец воздействуют значительные силы трения и ударные нагрузки. Поэтому головная часть резца должна иметь высокую твердость и износостойкость, а хвостовая – вязкую и прочную основу. Прочный хвостовой стержень должен противостоять огромным изгибающим напряжениям. Достигается такое сочетание свойств в одном инструменте с помощью специального технологического процесса, в котором головная и хвостовая части приобретают различную твердость. В итоге после специальной термообработки режущая часть становится более износостойкой, а хвостовая получает дополнительную прочность.

Поэтому выбор резцов должен осуществляться, исходя из степени износостойкости и длительности рабочего ресурса. В странах СНГ, резцы для дорожной фрезы представлены оборудованием как зарубежного, так и отечественного производства. Усовершенствованная конструкция большинства современных резцов способна в разы повысить производительность фрезы и, при этом, способствовать снижению эксплуатационных затрат.

В БНТУ на кафедре «Кораблестроение и гидравлика» была разработана новая технология получения биметаллических дорожных резцов методом скоростного горячего выдавливания (СГВ).

Для проведения исследований и отработки отечественной технологии изготовления дорожных резцов скоростным горячим выдавливанием в качестве прототипа был выбран резец фирмы «Wirtgen» W6/20 (рисунок 1). Данный резец широко применяется при снятии асфальтобетонного полотна, как на малопроизводительных машинах для осуществления ямочного ремонта, так и на высокопроизводительных самоходных дорожных фреззах с шириной барабана более 2 м.

Для получения резцов для дорожных машин в качестве основы использовали недорогую конструкционную легированную сталь, такую как 40Х, а в качестве наконечника использовали сплав ВК8.

Сталь 40Х наиболее приемлема в качестве корпуса, так как обладает хорошей ударной вязкостью наряду с достаточной твердостью, а выбранные для наконечника

стали обеспечивают широкий выбор механических свойств, предъявляемых к дорожным резцам.



Рисунок 1 – Дорожный резец фирмы «Wirtgen» W6/20

Сплав ВК8 характеризуется высокой твердостью, не присущей другим материалам. Устойчивостью к действию температуры позволяет эксплуатировать его в условиях повышенных температур, а также при большой частоте вращения инструмента без необходимости перерыва.

Результатом реализации технологии скоростного горячего выдавливания биметаллических дорожных резцов стали опытные образцы, прошедшие натурные испытания на дорогах Республики Беларусь (рисунок 2, 3).



Рисунок 2 – Опытные образцы во время дорожных испытаний



Рисунок 3 – Опытные образцы после дорожных испытаний

Испытания показали, что опытные резцы подверглись незначительному износу (менее 3% массы резца). Износ режущей кромки опытных резцов (выполненной из стали ВК8) составил 0,5 мм, что не превышает износа резцов фирмы Wirtgen (которая является основным поставщиком дорожных резцов в Республику Беларусь), установленных на барабане дорожной фрезы и выполнивших аналогичный объем работ. Экономический эффект от использования 300 опытных отечественных образцов составляет 2850 BYN в сравнении с резцами фирмы «Wirtgen» (Германия).

## РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРЫ КРУПНЫХ УСАДЕБНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕЛАРУСИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА

Китаев М.И.

Белорусский национальный технический университет

***Аннотация.** Вторая половина XIX – начала XX века является периодом интенсивного развития архитектуры крупных дворцово-усадебных комплексов. Архитектура этого периода изучена частично и образует основную массу сохранившихся зданий усадебных комплексов. Изучение и сохранение памятников дворцово-усадебной архитектуры является важной задачей для Республики Беларусь. Были выработаны характерные черты и приемы построения зданий и планировочной структуры крупных усадебных комплексов.*

***Abstract.** The second half of the XIX-early XX century is a period of intensive development of architecture of large Palace and manor complexes. The architecture of this period is studied partially and forms the bulk of the remaining buildings of manor complexes. The study and preservation of monuments of Palace and manor architecture is an important task for the Republic of Belarus. Characteristic features and methods of construction of buildings and planning structure of large estate complexes were developed.*

Во второй половине XIX – начале XX века традиции классицизма продолжают развиваться в архитектуре позднего классицизма и неоренессанса. В этот период происходит интенсивное возведение крупных дворцово-усадебных комплексов.

Поздний классицизм и неоренессанс значительно проявились в развитии архитектуры крупных усадебных комплексов Беларуси второй половины XIX – начала XX века. Это было выявлено в объемно-пространственном и архитектурно-композиционном решениях.

Основной принцип архитектуры крупных усадебных комплексов – выразительность простых геометрических объемов: куба, параллелепипеда, стремление к возможной простоте. Для архитектуры позднего классицизма характерна логичность планировки и геометрия объемов построек. Основой архитектурного построения зданий позднего классицизма стал ордер.

Архитектурные решения крупных усадебных комплексов Беларуси второй половины XIX – начала XX века были очень разнообразны. На фасадах усадеб появляются наличники ренессансного типа в сочетании с тягами и рустовкой нижних этажей либо сплошная рустовка фасада.

Планировочная структура крупных усадебных комплексов становится несимметричной. Главные фасады имели традиционную симметричную композицию, которая и в середине XIX века продолжала считаться одним из главных признаков художественной законченности.

Основными чертами объемно-планировочной структуры крупных усадебных комплексов являлись:

- использование регулярной композиции усадебных комплексов;
- планировка зданий коридорного типа с лестницами, расположенными в центральном холле;
- проектирование парков пейзажного типа с включением прямоугольной сетки композиции;
- отведение значительной части территории крупных усадебных комплексов под хозяйственные постройки; четкое распределение и выявление парадных помещений.

Основные черты архитектурно-композиционных решений главных зданий крупных усадебных комплексов: выдерживание принципа симметрии в фасадах крупных

усадебных комплексов; использование форм архитектурных элементов стиля классицизм: карнизы, русты; проектирование ниш с арочными завершениями на фасадах, позаимствованных из стилистики ренессанса; выявление элементов замковой архитектуры в использовании бойниц, зубчатых парапетов; обработка фасадов рустикой, карнизами, ризалитами; проектирование раскрытых террас и лестниц на главных фасадах усадеб, ведущих в парк; использование портиков с треугольным фронтоном; включение в композиционное построение главных корпусов примыкающих разновеликих пристроек с самостоятельными крышами; завершение объемов главных зданий усадеб покатыми крышами.

Данный период развития крупных дворцово-усадебных комплексов Беларуси второй половины XIX – начала XX веков является один из наиболее прогрессивных в истории архитектуры. Основные принципы дворцово-усадебного строительства, его ансамблевый характер с яркой идейно-художественной выразительностью во многом сохраняют свою значимость и для современной архитектуры.

Сохранившиеся усадьбы составляют неотделимую часть архитектурного наследия Беларуси, которое подлежит дальнейшему изучению и сохранению.

УДК 625.72+625.855.3:620.19

## ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КИТАЕ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

*Лю Сяодун, Юнь Ци*

*Брестский государственный технический университет*

*e-mail: 878249434@qq.com*

***Abstract.** The paper analyzes the impact of weather and climate factors on traffic safety, features and ways to improve the operational management of winter maintenance in the conditions of North-West China.*

Рост интенсивности движения на современных автомобильных дорогах приводит к необходимости повышения требований к основным транспортно-эксплуатационным показателям (ТЭП): обеспеченной скорости, непрерывности и безопасности движения. Обеспечение этих требований особенно актуально в зимний период, когда под воздействием погодных факторов ухудшаются сцепные качества дорожного покрытия. По данным экспертов, погодно-климатические факторы занимают третье место среди основных составляющих безопасности. Высокая аварийность является серьезной проблемой для дорог как Европы, так и Китая на которых ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) погибает около 300 тыс. человек. Эти данные подтверждают актуальность и необходимость решения проблемы повышения ТЭП автомобильных дорог в сложных погодных условиях.

Целевая программа развития автомобильных дорог в Северо-западного Китая до 2025 г. среди основных направлений дорожной политики предусматривает развитие международных транспортных коридоров и их интеграцию в Евроазиатскую систему автомобильных дорог, что требует повышения потребительских свойств автомобильных дорог, особенно в сложных погодных условиях.

Это возможно только лишь путем совершенствования системы оперативного управления работами по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах и развития систем погодного мониторинга.

Проблеме развития систем погодного мониторинга и использования информации для предупреждения образования зимней скользкости на дорогах в настоящее время уделяется приоритетное внимание во всех развитых странах. Переход на профилактические работы при зимнем содержании дорог требует наличия специализированных

прогнозов образования скользкости, т.е. развития системы специализированного дорожного метеорологического обеспечения.

Необходимо отметить, что система погодного мониторинга является только одной из подсистем оперативного управления зимним содержанием дорог. Параллельно с этим должны решаться вопросы совершенствования и переработки нормативной базы, развития дорожной техники, систем связи, внедрения информационных систем в процессы содержания дорог.

Всё это требует необходимость проведения исследовательских и опытно-конструкторских работ по следующим направлениям:

- исследование климатических особенностей зимнего содержания и обоснование состава датчиков для дорожных метеосистем;
- проведение исследований и разработка методики термокартирования автомобильных дорог и использование его результатов в работе дорожных метеосистем;
- исследование особенностей образования зимней скользкости на участках дорог с различными дорожными условиями и разработка методики ее прогнозирования по дорожным и метеорологическим данным;
- проведение исследований и подготовка рекомендаций по разработке регламента проведения работ на основе специализированной дорожной и метеорологической информации;
- проведение исследований по оценке адаптивности технологий зимнего содержания дорог к погодным воздействиям;
- разработка теоретических основ оперативного и стратегического управления содержанием дорог на основе метеорологических и дорожных информационных ресурсов;
- проведение исследований по технико-экономическому обоснованию опасных для дорог погодных условий, для разработки штормовых предупреждений;
- проведение исследований по оценке эффективности различных технологий борьбы с зимней скользкостью с целью оптимизации выбора стратегий работ в сложных погодных условиях.

Всё это и практический опыт, накопленный в зарубежных странах, позволит усовершенствовать систему оперативного управления работами по содержанию дорог в сложных погодных условиях с максимальной эффективностью.

УДК 625.72+625.841:620.19

## **ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОГ С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ КИТАЕ**

*Лю Сяодун, Юнь Ци*

*Брестский государственный технический университет*

*e-mail: 939270606@qq.com*

***Abstract.** The paper discusses the features of the operation of roads with cement concrete pavement, assess their condition and the main directions for restoring their operational characteristics in the conditions of Northeast China.*

Повышение требований к надежности, работоспособности и прочности дорожных одежд вызвано ростом грузоподъемности транспортных средств и интенсивности движения на дорогах. За последнее десятилетие автомобильный парк вырос более чем в три раза. На некоторых дорогах Северо-Восточного Китая интенсивность движения в 1,5-3 раза превышает допустимую для данной категории дороги.

Возрастающим требованиям движения, как показывает отечественный и мировой опыт, в наибольшей степени отвечают цементобетонные покрытия. Их преимуществами

по сравнению с покрытиями, построенными с применением органических вяжущих, являются стабильные транспортно-эксплуатационные показатели и высокая долговечность.

Как показывает практика срок службы цементобетонных покрытий в КНР существенно ниже, чем в развитых зарубежных странах. Проведенный анализ показал, что одной из причин этого является низкое качество эксплуатационного содержания и ремонта покрытий.

У большинства дорожников годами складывалось представление о том, что цементобетонные покрытия не нуждаются в текущем ремонте и поддержании их транспортно-эксплуатационного состояния.

К ремонту покрытий дорожные службы часто приступают в тот момент, когда уже накопилось значительное количество дефектов и резко снизилось их эксплуатационное состояние, что в десятки раз увеличивает стоимость ремонта и сложность выполнения работ.

Как показывает мировой опыт эффективность новых технологий строительства и восстановления покрытий необходимо рассматривать с точки зрения стоимости жизненного цикла. Чтобы охарактеризовать состояние дорожного покрытия и его изменение в процессе службы, используют оценку эксплуатационного состояния PCI (Pavement Condition Index), выраженную в баллах.

Новое дорожное покрытие имеет оценку между 4 и 5, капитальный ремонт нужен, когда PCI менее 2,5, а при оценке ниже 1,5 требуется коренное переустройство дорожной одежды, включая слои основания.

Для рационального распределения ресурсов на содержание и ремонт различных участков дорожной сети и средств на новое строительство в ряде стран была разработана система управления состоянием дорожных одежд – PMS (Pavement Management System). В качестве оценки эксплуатационного состояния использовали 100-балльный показатель состояния PCI (Pavement Condition Index), который можно рассматривать как умноженный на 20 пятибалльный показатель AASHO. Однако прогноз изменения состояния покрытия в процессе его службы – трудная задача, которая ввиду множества влияющих факторов и несовершенства знаний пока не поддается строгому решению.

К характерным разрушениям цементобетонных покрытий относятся: трещинообразование; разрушение швов; дефекты покрытия (сетка трещин; отслаивание; оголение заполнителя, точечное выкрашивание); другие разрушения (движение плит в зоне поперечного шва, продавливание на участке, ограниченном двумя поперечными трещинами, фильтрация с выбросом материала подстилающего слоя через швы или трещины).

Имеющиеся практические и теоретические исследования показывают, что обеспечение прочности и устойчивости цементобетонных покрытий связано не только с обеспечением их несущей способности (трещиностойкости) под действием транспортных нагрузок, но и продольной устойчивости при высоких летних температурах, а также связано с сохранением ровности путем предотвращения образования уступов в деформационных швах в процессе эксплуатации.

В мировой практике существует несколько основных категорий возможных мероприятий, направленных на реабилитацию эксплуатируемых цементобетонных покрытий:

- восстановление цементобетонного покрытия;
- устройство слоев усиления поверх эксплуатируемого цементобетонного покрытия с применением горячей асфальтобетонной смеси или с применением бетонной смеси;
- реконструкция.

Как правило, данный перечень используется в приоритетном порядке в зависимости от текущего состояния эксплуатируемого цементобетонного покрытия. Однако, следует иметь в виду, что некоторые стратегии действий с цементобетонным покрытием

ем существенно зависят от текущего состояния покрытия и анализа затрат, рассчитанных на весь перспективный срок эксплуатации ремонтируемого покрытия.

Так, например, при отсутствии необходимых средств для капитального ремонта покрытия со значительными дефектами в виде трещин может быть принято решение не выполнять на данный момент никаких ремонтных работ с тем, чтобы в перспективе произвести реконструкцию с разрушением бетонной плиты и перекрытием ее асфальтобетоном. И, наоборот - при определенных условиях оптимальной альтернативой восстановления может быть технология устройства слоев усиления поверх цементобетонного покрытия для предотвращения начавшегося разрушения асфальтобетонного слоя усиления с последующей нарезкой швов.

Наиболее эффективной и перспективной является виброрезонансная технология.

При использовании этой технологии сохраняется не только гибкость, достаточная для предотвращения отраженного трещинообразования, но и повышается модуль упругости и уменьшаются деформации дорожного покрытия, что позволяет значительно увеличить срок их службы.

УДК 624.21

## ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ РАЗДЕЛА КЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА AUTODESK REVIT

Мальк Н.И., Ходяков В.А.

Белорусский национальный технический университет  
e-mail: pochemynekit@gmail.com, xva609@gmail.com

*Abstract.* A lot of Revit users use this program only as a constructor. Its use ends with a beautiful 3D model of structures, although it is a very large complex that helps the designer to quickly and efficiently perform the work assigned to him. This article will show that a properly configured template, and most importantly the ability to use it, will help save a lot of time when preparing.

Самое главное при оформлении чертежей и заполнения спецификации в Revit это правильно составленный и настроенный шаблон. В данном примере был взят шаблон Александра Зуева, свободно размещенный в интернете. После построения модели следует ее армирование. Для примера были созданы модели монолитного фундамента с выпусками и опирающуюся на нее монолитную колонну (рис. 1).

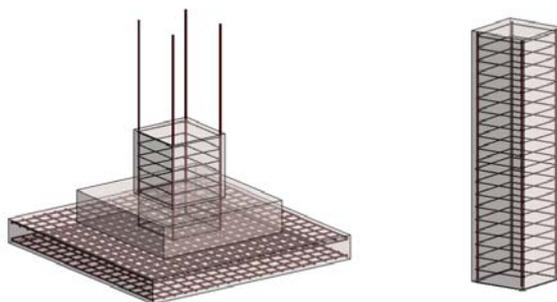


Рисунок 1 – Модели монолитных фундамента и колонны с армированием

Для наглядности работы автозаполнения спецификаций, элементы были заармированы как сборочными единицами, так и отдельными стержнями: фундамент – двумя сетками С-1 и пространственным каркасом КП-1, а колонна – отдельными стержнями. Так же присутствуют как прямые, так и гнутые стержни.

Каждой модели заданы свои марки и материалы. Арматура сгруппирована в сетки и каркасы и заданы нужные параметры для корректного отображения в спецификациях.

После окончательной настройки всех параметров, начинается составления спецификаций и оформление чертежа.

Посредством фильтрации, группировки, сортирования, задания различных параметров Revit позволяет создать абсолютно любую спецификацию или ведомость любого раздела проектирования. А самое главное, что значения в таблицах напрямую зависит от того, что происходит в модели. Это гарантирует точность и корректность выводимых данных.

Для данной модели были созданы спецификация арматуры, ведомость расхода стали, ведомость деталей, спецификации сборочных единиц (рис. 2-3).

Ведомость расхода стали на элемент, к2

Марка и конструкция	Наименование								ВСЕГО
	Арматура к4КСК								
	A 240			A 500C					
	СТБ 1704-2012			СТБ 1704-2012					
	Ø8		Масса	Ø16	Ø18	Ø20		Масса	
Кп-1	26.2		26.2	0	0	29.2		29.2	55.4

Ведомость расхода стали на элемент, к2

Марка и конструкция	Наименование								ВСЕГО
	Арматура к4КСК								
	A 240			A 500C					
	СТБ 1704-2012			СТБ 1704-2012					
	Ø8		Масса	Ø16	Ø18	Ø20		Масса	
Фп-1	11.7		11.7	357.2	21.6	0		378.8	390.5

Рисунок 2 – Ведомость расхода стали конструкций

### Спецификация арматуры

\* – см. ведомость деталей, \*\* – стержни даны в погонных метрах с учетом нахлеста 10%

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во, шт	Масса ед, к2	Примечание
1	ГОСТ Р 52544-2006	Ø20 A500C L= 2960	4	7,3	29,2
2 *	СТБ 1704-2012	Ø8 A240 L= 3060	10	1,3	13
3 *	СТБ 1704-2012	Ø8 A240 L= 3000	11	1,2	13,2
		<u>Арматурные изделия</u>			
КП-1		КП-1	1	33,3	
С-1		С-1	2	178,6	

Рисунок 3а – Спецификация арматуры

### Ведомость деталей

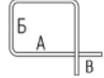
Поз.	Эскиз	Детали
2		A = 740; Б = 740; В = 58; Доп = 20
3		A = 740; Б = 700; В = 58; Доп = 20

Рисунок 3б – Ведомость деталей

Так же была осуществлена автоматическая маркировка элементов (рис. 4).

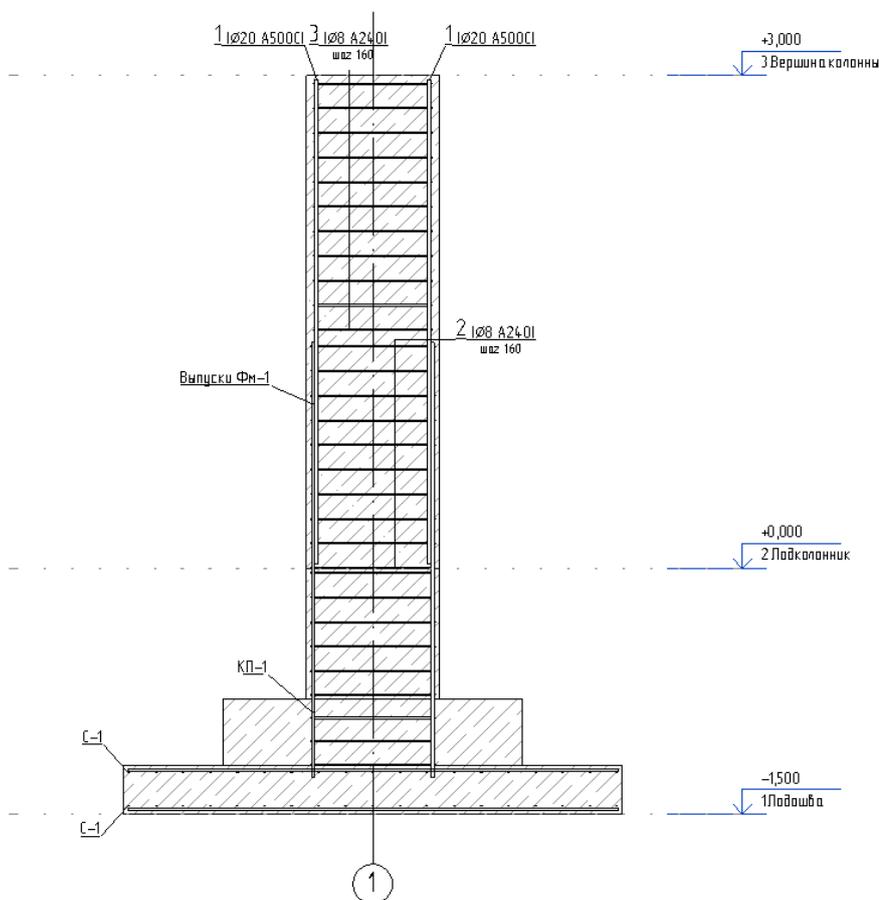


Рисунок 4 – Автоматически расставленные марки элементов

Все это позволяет качественно и быстро заполнить все ведомости и спецификации в более больших проектах, где вручную это может занимать часы. Однако минусом данного способа является то, что готовый чертеж не совсем соответствует нормам оформления, принятым в Республике Беларусь.

#### Список использованных источников

1. Комплект адаптации Autodesk Revit Structure 2017 КЖ + КМ, Зуев Александр. – М.: ООО «Академия BIM», 2016.
2. Петров М.П. Переход на BIM –технологии на примере Autodesk Revit 2013.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ АРКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАСШТАБНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Сенько Н.Н., Ходяков В.А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: sen.n.n.12.03@gmail.com, xva609@gmail.com

***Abstract.** The main content of the study is a detection of the dependence of the voltage of the masonry surface on the central angle.*

Применение методов масштабного моделирования несущих конструкций зданий и сооружений позволяет при сравнительно малой стоимости трудоёмкости и материалоемкости конструкции оценить характер её работы под расчётными нагрузками. Полученные количественные результаты могут быть перенесены на подобные реальные объекты, с учетом изменения размеров и погрешностей.

Элементы несущих конструкций мостов постоянно испытывают статические и динамические воздействия. Цель проведенного нами испытания – выявление зависимости напряжения поверхности каменной кладки от центрального угла. Испытательная модель представляла собой сводчатую арку. Модель свода показана на рисунке 1.

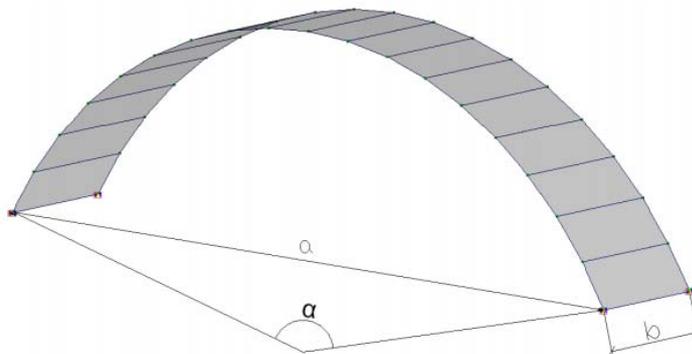


Рисунок 1 – Математическая компьютерная модель свода арки

Натурный эксперимент показал, что в зависимости от угла  $\alpha$  напряжения на центральной, нижней и верхней поверхностях кладки возникают разные по величине.

Анализируя зависимости напряжения на верхней поверхности арки от угла  $\alpha$  можно заметить, что:

- от  $180^\circ$  до  $90^\circ$  изменения плавные, большинство напряжений достигают минимальных значений ( $90^\circ$ );
- от  $90^\circ$  до  $32^\circ$  идет плавное увеличение (по модулю) всех показателей в 1,5-2 раза;
- от  $32^\circ$  до  $30^\circ$  резкое увеличение (по модулю) примерно в 2 раза;
- от  $30^\circ$  до  $5^\circ$  происходит резкое увеличение (по модулю) значений напряжений; напряжения в шельге и середине убывают, а в пяте возрастают, и достигают локальных минимума и максимума в точке  $5^\circ$ ;
- от  $5^\circ$  до  $0^\circ$  напряжения в шельге и середине возрастают, а в пяте убывают, и достигают локальных минимума и максимума в точке  $0^\circ$ .

Анализируя зависимости напряжения на центральной поверхности арки от угла  $\alpha$  можно заметить, что:

- от  $180^\circ$  до  $100^\circ$  изменения плавные и незначительные;
- от  $100^\circ$  до  $32^\circ$  идет резкое увеличение (по модулю) всех показателей в 2 раза;
- от  $32^\circ$  до  $30^\circ$  резкое увеличение (по модулю) чуть больше чем в 2 раза;

– от  $30^\circ$  до  $0^\circ$  под воздействием граничных условий возникает несколько участков плавного и резкого уменьшения (по модулю) усилия, вплоть до 0 в  $0^\circ$ .

Анализируя зависимости напряжения на нижней поверхности арки от угла  $\alpha$  можно заметить, что:

– от  $180^\circ$  до  $90^\circ$  изменения плавные, большинство напряжений достигают минимальных значений ( $90^\circ$ );

– от  $90^\circ$  до  $32^\circ$  идет плавное увеличение (по модулю) всех показателей в 1,5-2 раза;

– от  $32^\circ$  до  $30^\circ$  резкое увеличение (по модулю) примерно в 2 раза;

– от  $30^\circ$  до  $5^\circ$  происходит резкое увеличение (по модулю) значений напряжений; напряжения в шельге и середине возрастают, а в пяте убывают, и достигают локальных минимума и максимума в точке  $5^\circ$ .

– от  $5^\circ$  до  $0^\circ$  напряжения в шельге и середине убывают, а в пяте возрастают, и достигают локальных минимума и максимума в точке  $0^\circ$ .

По полученным данным было выявлено, что самым оптимальным (наименьшие сжимающие усилия и напряжения на нижней и верхней поверхности кладки) из всех сводов является свод с углом  $\alpha$  равным  $90^\circ$ , что так же видно при анализе графиков зависимости сжимающего усилия и напряжения на нижней и верхней поверхности кладки от радиуса свода. Следующим шагом планируется сравнение полученных экспериментальных данных с ручным расчетом.

#### Список использованных источников

1. Соколов Б.С. Исследования сжатых элементов каменных и армокаменных конструкций [Текст] / Б.С. Соколов, А.Б. Антаков. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 104 с.

2. Пангаев В.В. Модельные исследования напряженно-деформированного состояния каменной кладки при сжатии [Текст] / В.В. Пангаев, Г.И. 79 Албаут, А.В. Федоров, М.В. Табанюхова // Изв. Вузов. Строительство. – 2003. – №2. – С.24-29.

УДК 624.27

#### ПЕРЕХОД ОТ AUTOCAD К ПЛАТФОРМЕ REVIT

Чаусова В.А., Потребва В.Г.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: id145851143vika@gmail.com, potrebaveronika@gmail.com

*Abstract.* This article reflects the advantages of the transition from AutoCAD to platform Revit, as well as the introduction of platform Revit into production.

Revit и AutoCAD имеют много различий, но обе программы часто применяются в пределах одной организации. Главные различия в том, что AutoCAD используется как средства черчения для создания базовой геометрии, которая соответствует реальной жизни, в то время как Revit применяется для создания геометрии, которая содержит реальные данные, поэтому и используется термин «информационное моделирование зданий» (BIM).

Возникает вопрос: почему же автокад стал устаревшим? Автокад направлен на выполнение иных целей, и для больших по объему информации чертежей не годится.

Информационное моделирование зданий (BIM) – это процесс, основанный на использовании 3D моделирования. С помощью BIM технологий инженеры могут проектировать, планировать, строить и эксплуатировать здания и объекты намного эффективнее.

Инструменты Revit дают возможность команде инженеров создать условия для высокой продуктивности и качества, а также регулировать работу команды. У Revit достаточно много преимуществ, которые способны убедить проектировщиков в том, что переход от AutoCAD к Revit имеет большое значение в современном мире:

- AutoCAD специализируется на «плоских» чертежах, то есть предназначен для 2D моделирования, а Revit – на объемных прототипах (3D моделирование);
- большая база, которая включает в себя готовые объекты, начиная со стен и балок заканчивая розетками;
- создание аналитической модели, учёт арматуры в железобетонных конструкциях, расстановка арматуры соответственно размерам;
- полная связь со всеми продуктами Autodesk;
- возможность выполнять проекты без ошибок, исключать коллизии, которые могут привести к дорогостоящим переделкам на стадии строительства.



Рисунок 1 – Общий вид модели моста в Autodesk Revit

Модели и объекты управления BIM – это не просто графические объекты, это информация, которая даёт возможность автоматически создавать чертежи. Коллективу строителей обеспечиваются неограниченные возможности для принятия верного решения с учетом всех данных, которые предоставлены.

Являясь продуктом компании Autodesk, Revit хорошо считывает информацию в DWG-формате. Импортированный в проект DWG-файл позволяет регулировать все слои чертежа. Платформа Revit позволяет совмещать данные форматов DWG, DXF. Это гарантирует слаженность работы всего проектного коллектива.

Есть все основания приложить усилия проектной организации на освоение и постепенный переход специалистов на платформу проектирования нового поколения Revit.

УДК694.1

## СОВРЕМЕННАЯ АРХИТЕКТУРА КИТАЯ (КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И БАМБУКА)

*Чэнь Цзинкэ*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: 2971587370@qq.com*

***Abstract.** In this article we describe the advantages and disadvantages of timber building and bamboo building, then show their status and application in China. So as to improve the process of construction and optimize the design concept.*

Бамбук – самое быстрорастущее растение в мире. Для бамбуковых растений характерна большая скорость роста, за сутки вырастают в среднем до 40 см. С древних

времен бамбук и древесину ценили как природные строительные материалы, он был всем доступен, кроме того, внешний вид и текстура бамбука и древесины характеризуются красотой.

В современном Китае древесина становится дефицитной из-за увеличения объемов строительной деятельности. Быстрорастущий бамбук может компенсировать снижение объемов древесины. Урожайность бамбука на единицу площади намного выше, чем у древесины. Бамбук имеет легкий вес, его прочность и эластичность лучше, чем у древесины, а средняя прочность на растяжение и прочность на сжатие вдвое выше, чем у древесины. В некоторых сферах строительного дела бамбук может заменить дерево и даже стать основным строительным материалом.

Китай имеет продолжительный исторический опыт использования бамбука и древесины в строительной деятельности. Бамбук и древесина и сейчас широко используются в различных направлениях формирования среды жизнедеятельности человека: дома, любые хозяйственные постройки, парковые павильоны, смотровые площадки, мосты, мебель и т. д. Все виды конструкций могут быть произведены из элементов из бамбука или древесины: от фундамента до каркаса, от рамных систем до фермы крыши, от пола до мебели, от внешней облицовки стен до их внутренней отделки.

Известны варианты совместного использования древесины и бамбука. Заливка бетона в полости бамбука позволяет использовать его в качестве несущей конструкции, объединение бамбука и древесины – в структуре фермы. Длинномерность и прямолинейность этих материалы делает их удобными для изготовления балок. Изготовление из бамбука или древесины длинных элементов в виде полос позволяет изготавливать плетеные конструкции, которые возможны даже для создания поверхности стен. Дома из бамбука и дерева просты в строительстве и экономичны, особенно в климатических условиях Южного Китая.

Вместе с тем, дерево и бамбук являются и проблемными материалами, по сравнению с каменными: они могут достаточно быстро испортиться от влаги, могут достаточно легко растрескиваться, плохая огнестойкость, легко разрушаются термитами. Время службы конструкций из дерева и бамбука недостаточно длительное. Из-за изменения диаметра поперечного сечения бамбука по длине ствола или из-за неравномерного распределения плотности древесины, инженерные расчеты сложны. Рассчитать точно механические свойства древесины и бамбука трудно, что осложняет и использоваться этих материалов для формирования сложных архитектурных пространств и объемов [1].

Но соответствующие современные технологии могут существенно повысить производственные возможности этих материалов. После специальной обработки, некоторые показатели механических свойств бамбука и древесины могут даже превышать уровни стали. Тщательный отбор материалов, огнезащитная и антикоррозийная обработка, регулярная замена изношенных или состарившихся деталей и элементов помогают увеличить долговечность конструкций из дерева и бамбука. После правильной обработки строительных материалов здание из бамбука может иметь срок службы до 30 лет, а деревянное здание значительно больше.

Особую значимость для современности и для такого региона, как Южный Китай, сохраняют конструкции из дерева и бамбука благодаря и другим преимуществам: доступность этих материалов – они есть везде, их относительно низкая стоимость, высокие антисейсмические характеристики и быстрая скорость строительства из этих материалов. Эта эффективность очень важна для ликвидации последствий стихийных бедствий и как можно более быстрого восстановления жизни людей в районах бедствий. А это обстоятельство очень важно для населения Южного Китая. Кроме того, здания из бамбука и дерева несложно эксплуатировать и ремонтировать, эти материалы легко утилизируются, возможно их повторное использование.

Раньше в бамбуковых и деревянных зданиях конструктивные узлы соединений из бамбука и дерева имели, в основном, три варианта: связывание веревками; укрепление гвоздями; врубка с соединением на шип – соединение деталей (обычно деревянных) путём использования плотного соединения элементов за счет пазов и выступов. Всегда учитывали, что соединения могут повреждаться, поэтому их периодически осматривали, усиливали при надобности или даже заменяли. Без подобного обслуживания, которое должно было быть обязательным, конструкции из дерева и бамбука могут разрушиться, гнить и постепенно приходить в полную негодность. Позже были изобретены сборные узлы соединений (обычно с использованием стальных элементов). Соединение элементов бамбука в целостную конструкцию с помощью болтов, крючков, защелок, металлических обручей и других компонентов позволяет обеспечить эффективную передачу нагрузки на фундаменты [2]. Стандартизированные сборные узлы соединений могут быть изготовлены на заводе, что обеспечивает быстрый монтаж конструкций на строительной площадке. Определено, что бамбук также можно перерабатывать таким образом, чтобы получать конструктивные и архитектурными элементы с установленными стандартами и имеющими необходимые механические свойства. В узлах соединений элементы прочно соединяются, сборка и разборка удобны, эффективно предотвращается растрескивание.

Сегодня архитекторы уже могут использовать параметрическое программное обеспечение для строительства сложных объектов архитектуры из дерева и бамбука. Бамбук и дерево – потенциальные высокоэкологические материалы. Перспективы использования бамбука и дерева в ближайшем будущем достаточно широкие.

#### **Список использованных источников**

1. Конструкции из дерева [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://baike.baidu.com/item/%E6%9C%A8%E7%BB%93%E6%9E%84%E5%BB%BA%E7%AD%91> – Дата доступа: 24.10.2018 (на китайском яз.).
2. Чжан Нань. Структурный анализ и совершенствование узлов сопряжений бамбукового здания / Чжан Нань, Бай Вэньфэн // Наука технологии и инженерия. – 2008. – №18. – С. 5318 (на китайском яз.).

**НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ.  
МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ.  
ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ»**

УДК 797.122+531.781.2.087.92

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ  
СРЕДСТВ В ГРЕБЛЕ НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПОЛНЕНИЯ  
СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО УПРАЖНЕНИЯ**

*Гусейнов Д.И.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: daniil.guseynov@inbox.ru*

***Abstract.** The article is devoted to the problem of insufficient technical equipment and the lack of methods for determining the dynamic parameters of rowing on canoes and canoes. As part of the writing, a study was conducted, the purpose of which was to determine the dynamic characteristics of the underwater part of the stroke, as well as to assess the quality of rowing when modeling the pace of the main competition distances.*

Гребля на байдарках и каноэ относится к циклическим видам спорта, итог соревновательной деятельности в котором определяется результатом спортсмена, количественно выраженным в секундах. При этом не учитывается большое число показателей, которые характеризуют уровень различных сторон подготовленности гребца и проявляются в условиях конкурентной борьбы, что является существенным недостатком в управлении тренировочным процессом [1]. Вследствие этого настоятельной необходимостью для теории и методики гребли на байдарках и каноэ становится количественное описание спортивной техники [2, 3]. На сегодняшний день для биомеханического анализа техники гребли, в основном, применяются традиционные методы, основанные на визуальном контроле и использовании таких технических средств, как секундомер и видеокамера [4]. Получаемые таким образом экспериментальные данные характеризуют исключительно кинематическую составляющую гребли на байдарках и каноэ, что не позволяет в полной мере оценить результативность техники выполнения основного соревновательного упражнения, поскольку при этом не учитывается большое число взаимодействующих между собой факторов, определяющих рабочую производительность в рассматриваемом виде спорта.

Однако, стоит заметить, что в практике современного тренировочного процесса предпринимаются попытки определения также и динамических параметров, к которым относятся величина усилия на лопасти весла ( $F$ ), импульс силы ( $I$ ) и мощность ( $N$ ), характеризующих греблю на байдарках и каноэ. Но, в естественных условиях выполнения соревновательного упражнения, это возможно только посредством косвенных измерений массива данных кинематических параметров. Такие способы расчета очень трудоемки, обладают значительной погрешностью и не дают представления об интегральных и производных значениях показателей мощности движений в опорной части гребной локомотии [5–7], что, в свою очередь, не позволяет адекватно корректировать технику выполнения соревновательного упражнения, а также тренировочный процесс в целом. Более объективный и детальный процесс определения динамических параметров гребковых движений в настоящее время основан на использовании крупногабаритных диагностических комплексов и эргометрических тренажеров в лабораторных условиях. Беспроводные методы оценки в арсенале отечественных специалистов в настоящее время отсутствуют. В связи с этим особую актуальность имеют исследования, связанные с разработ-

кой беспроводных технологий оценки мощности движений спортсменов в естественных условиях гребли на различных участках соревновательных дистанций [5–7].

На современном этапе развития отечественной гребли на байдарках и каноэ осуществляется внедрение в тренировочный процесс высококвалифицированных спортсменов опытных образцов тензодинамографических интеллектуальных датчиков (ИД) «Oar Smart», разработанных в БНТУ. Рассматриваемая система позволяет объективно определить и оценить динамические параметры гребли на байдарках и каноэ, а также, с помощью методов математической статистики, определить наиболее информативные и высококоррелирующие со спортивным результатом статистические показатели. Датчик представляет собой мобильную беспроводную систему, регистрирующую упругие деформации индивидуального весла спортсмена в естественных условиях гребли и передающей информацию по каналу беспроводной передачи данных.

В рамках внедрения ИД в процесс подготовки высококвалифицированных гребцов на байдарках и каноэ проведено исследование, цель которого заключалась в определении динамических характеристик гребли на каноэ при выполнении тестового задания с моделированием темпа прохождения основных соревновательных дистанций (200, 500, 1000 м).

В ходе исследования определены такие динамические параметры гребли на каноэ, как величина нагрузки на лопасть весла в килограммах, величины работы и мощности за гребок. Также, для оценки стабильности гребли, рассчитаны такие статистические показатели, как коэффициент вариативности ( $K_v$ ) и коэффициент стабильности ( $K_{ст}$ ). Коэффициент вариативности представляет собой величину, численно равную отношению стандартного квадратичного отклонения к средней величине мощности, развиваемой по итогам выполнения серии гребков, который отражает степень рассеивания значений. Коэффициент стабильности при этом должен стремиться к 100 %, что будет являться индикатором высокой степени повторяемости гребков по величине развиваемой мощности. В таблице представлены данные спортсмена национальной сборной Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ, имеющего квалификацию МСМК.

Таблица – Величины коэффициентов вариативности и стабильности

Параметры	Серия № 1 (1000 м)	Серия № 2 (500 м)	Серия № 3 (200 м)
$K_v$ , %	12,24	16,42	16,83
$K_{ст}$ , %	87,76	83,58	83,17

Анализ полученной информации показал, что при прохождении спортсменом отрезков с моделированием различного соревновательного темпа величина стабильности гребли уменьшается с увеличением темпа. Наиболее существенное различие стабильности гребли отмечается при прохождении дистанции 1000 м и 500 м. Полученную закономерность, на наш взгляд, можно объяснить тем, что при прохождении отрезка с высоким темпом спортсмен затрачивает на выполнение безопорной части гребка значительно меньшее время, сокращая амплитуду и форсируя усилия, что сказывается на стабильности выполнения соревновательного упражнения.

#### Список использованных источников

1. Верлин С.В. Очерки по теории и методике гребли на байдарках и каноэ [Текст] / Сост.: С.В. Верлин, В.Ф. Каверин, П.В. Квашук, Г.Н. Семаева. – Воронеж: Центрально-черноземное книжное издательство, 2007. – 173 с.
2. Квашук П.В. К вопросу о биомеханической эффективности техники гребли на байдарках и каноэ / П.В. Квашук, С.В. Верлин, И.Н. Маслова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – № 10 (116). – СПб. – Изд-во политех. ун-та, 2014. – С. 79–85.

3. Верлин С.В. Факторы, определяющие эффективность техники гребли / С.В. Верлин, Г.Н. Семаева, И.Н. Маслова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – № 4 (110). – СПб. – Изд-во политех. ун-та, 2014. – С. 29–34.
4. Саносян Х.А. К вопросу использования данных биомеханического анализа техники в гребле на байдарках и каноэ / Х.А. Саносян // Physical, mathematical and chemical sciences: theoretical trends and applied studies / ed. V.V. Pavlov. – London, 2013. – P. 112–114.
5. Lukashevich D.A. Experimental substantiation of special training simulators application during canoeists' training process // Sporto mokslas. – 2017. – №3 (89). – P. 40–46.
6. Иссурин, В.Б. Биомеханика гребли на байдарках и каноэ / В.Б. Иссурин – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 122 с.
7. Дьяченко Н.А., Шубин К.Ю., Замотин Т.М. Оценка динамических параметров одиночного гребка в гребле на байдарках / Н.А. Дьяченко, К.Ю. Шубин, Т.М. Замотин // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта: сб. науч. тр. – 2012. – №6. – С. 11–14.

## НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «МЕЖКУЛЬТУРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ И ГУМАНИТАРНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО БЕЛАРУСИ И КИТАЯ»

УДК 334.7+338.4 (476+510)

### РОЛЬ МЕСТНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА КИТАЯ В ПРАВОВОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЛОРУССКО-КИТАЙСКИХ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ

Авсюк А.А.

*Белорусско–Китайский аналитический центр развития*

*Института экономики НАН Беларуси*

*e-mail: andrej.a.chinacentr@gmail.com*

***Abstract.** The article deals with a brief description of the local legislation of China. Its role in the socio-economic development of China's regions is shown. The directions of improvement of the local legislation and the achieved results are noted. A number of conclusions important for the legal support of the development of interregional relations between Belarus and China, which are considered at present as a priority of the strategic partnership between the two countries.*

Одним из направлений углубления торгово-экономического сотрудничества Беларуси и Китая являются межрегиональные связи. В соответствии с Директивой Президента Республики Беларусь № 5 «О развитии сотрудничества между Республикой Беларусь и КНР», перед облисполкомами поставлена задача к 2020 году – заключить договорные отношения со всеми провинциями Китая и городами центрального подчинения. Для ее решения необходимо учитывать особенности правовой системы Китая, важной отличительной чертой которой является наличие местного законодательства.

Местное законодательство относится к компетенции местных органов государственной власти, которые принимают и изменяют правовые документы в пределах подведомственных административных районов на основании соответствующих законов.

Местные законы и правила должны быть сформулированы народными собраниями провинций, автономных районов, муниципалитетов, находящихся непосредственно под центральным правительством и районами и их постоянными комитетами, в соответствии с конкретными условиями и фактическими потребностями их соответствующих административных районов без ущерба для Конституции, законов и административных правил.

В настоящее время местное законодательство включает:

- общее местное законодательство;
- местное законодательство в этнических автономных районах;
- местное законодательство в особых экономических зонах;
- местное законодательство в специальных административных районах.

Ключевыми принципами местного законодательства в КНР являются: принятие местного законодательства, которое не противоречит Конституции, отражение местных особенностей; решение конкретных вопросов на определенной территории, которые не предусмотрены законодательством и нормативными актами.

С помощью местного законодательства в КНР регулируется ряд сфер, и решаются многие сложные проблемы регионов, которые носят правовой характер.

Во-первых, оно содействует эффективному соблюдению Конституции, законов и руководящих принципов правительства, поскольку местное законодательство призвано сделать эти законы и правила более подходящими для местных условий помощью применения более гибких норм.

Во-вторых, местные законы направлены на разрешение вопросов и проблем, которые законодательство на центральном уровне не в состоянии решить самостоятельно.

В-третьих, исключительно с помощью местного законодательства могут быть урегулированы ряд вопросов и проблем.

В-четвертых, в настоящее время происходит трансформация китайского общества, от управляемого традиционной местной практикой к обществу, управляемому законом. В КНР поставлена задача полностью избавиться от полного искоренения традиционно отсталых элементов, которые представляют собой правила и обычаи местных жителей, что во многом препятствует движению Китая к модернизации и превращению страны в единое целое, в котором господствует закон. Эта задача по многим аспектам решается именно на уровне местного законодательства.

Местное законодательство в настоящее время играет активную роль в развитии экономики, политики, культуры и других аспектов развития регионов в Китайской Народной Республике. В их числе можно отметить следующие области:

- активное изменение экономических отношений, связанное с реструктуризацией экономики регионов и открытием для внешнего мира;
- укрепление местной политической власти и создание местной правовой системы;
- стабилизация социального порядка в провинциях, городах и населенных пунктах;
- защита законных прав и интересов женщин, детей, пожилых людей, несовершеннолетних, также и социально незащищенных слоев населения;
- обеспечение развития образования, науки, культуры, здравоохранения и гражданских дел;
- создание систем роста населения, землеустройства и охраны окружающей среды;
- продвижение городского планирования, строительства и управления;
- защита автономной системы в этнических районах и создание систем для защиты законных прав и интересов зарубежных китайцев, проживающих за рубежом, а также их возвращение на родину.

Ряд китайских юристов и экспертов отмечают, что в настоящее время достигнуты определенные результаты в совершенствовании местного законодательства. Так, повышена его значимость в государстве в целом, и как следствие, усилена роль «законодательных органов» в процессе развития местного законотворчества. Произошло расширение нормативной регламентации законодательного процесса на местном уровне (на местном уровне разработаны новые правила и процедуры работы директивных органов, специальная нормативная документация). Появились новые области общественных отношений для регулирования местными правилами и положениями. В стадии совершенствования находится унификация местного законодательства.

Исходя из рассмотренных особенностей правовой системы Китая на региональном уровне, можно сделать выводы, важные для совершенствования правового обеспечения межрегиональных связей двух стран.

1) При заключении договоров между местными органами власти Беларуси и Китая необходимо учитывать, что каждая из провинций имеет свои особенности и их развитие регулируется не только национальным законодательством, но и местными законами.

2) Важен учет того факта, что несмотря на ориентацию страны на создание правового государства, уровень правовой культуры чиновников, особенно в регионах, невысок. Регулирование общественных и экономических отношений осуществляется, в том числе на основе местных правил и обычаев.

3) Отсутствие правовой основы для развития тех или иных форм международного сотрудничества не означает невозможность их реализации, поскольку в настоящее время местное законодательство отличает гибкость и готовность соответствующих органов к восполнению правовых пробелов.

4) Необходимо принимать во внимание, что по многим аспектам внешнеэкономической деятельности национальное и местное законодательство ориентировано на меж-

дународное право, что формирует благоприятную основу для совершенствования правового обеспечения межрегиональных связей Китая и Беларуси.

5) Правовое обеспечение внешнеэкономической деятельности в провинциях Китая осуществляется с согласия Государственного совета.

УДК 330.101.8

## **К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ**

*Акименко К.В.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: Akimenkokv@mail.ru*

***Abstract.** The publication examines the issues of the state investment policy of the Republic of Belarus. Investment potential is the most important component of the investment process of the Republic of Belarus.*

*Investment potential takes into account the most important macroeconomic characteristics. Foreign investors attach great importance to the political situation in the country, and domestic investors to legislative and financial risks.*

Мировая экономика и международное хозяйство сформировались в конце XIX в., когда не только потоки товаров, но и движение факторов производства приобрели мировой характер. Вместе с тем внешнеторговая политика имеет более длительную историю по сравнению с политикой регулирования международной инвестиционной деятельности, которая сложилась в целостную систему только к концу XX в. Это обусловлено несколькими причинами.

Во-первых, движение капитала в форме прямых иностранных и портфельных инвестиций между странами до 80-90-х гг. XX в. не было интенсивным, как в начале XXI в., что было взаимообусловлено глобализационными процессами.

Во-вторых, государства осознали необходимость перехода от протекционизма по отношению к иностранным инвестициям к формированию самостоятельной многоуровневой политики в области международной инвестиционной деятельности только в 80-х гг. XX в. До этого времени развитые государства воспринимали иностранные инвестиции как недостаток, сопровождающий движение товаров и факторов производства. Развивающиеся страны, многие из которых получили независимость от бывших метрополий, старались использовать всевозможные ограничения для иностранных инвестиций, расцениваемых как методы неокOLONиальной зависимости.

1) Именно 80-е гг. XX в. показали, что иностранные инвестиции, равно как и инвестирование за рубежом, способствуют росту эффективности экономики при грамотном построении соответствующей политики.

На современном этапе развития механизм государственного регулирования инвестиционной деятельности выступает как синтез государственных и рыночных методов, соотношение которых определяется государственной инвестиционной политикой в конкретный период. В соответствии с этим подходом механизм воздействия государства на инвестиционную политику определяется использованием макроэкономических, микроэкономических и институциональных мер.

К макроэкономическим относятся меры, которые характеризуются бюджетно-кредитной и налоговой политикой и определяют изменение процентной ставки по кредитам, темпы роста экономики и внешнеторговый режим. К микроэкономическим относятся меры, воздействующие на инвестиционную деятельность отдельных отраслей, такие как налоговые ставки, правила амортизации, предоставление гарантий и льготных кредитов. Последняя группа, которая состоит из институциональных инструментов, позволяет

достичь координации инвестиционных программ различных инвесторов на основе взаимодействия государственных органов, частных и коллективных инвесторов.

Таким образом, инвестиционная политика является частью государственной экономической политики и формируется на каждом этапе экономического развития, исходя из особенностей, состояния и тенденций развития национальной экономики.

Составной частью инвестиционной политики государства является внешнеинвестиционная политика.

2) Внешнеинвестиционная политика государства представляет собой систему форм и методов государственного воздействия на разнонаправленные потоки международных инвестиций с целью возрастания положительных экономических и социальных эффектов в национальной экономике. Она может состоять из двух направлений: регулирования ввоза и регулирования вывоза инвестиций.

При формировании политики привлечения иностранных инвестиций принимаются во внимание следующие свойства иностранных инвестиций:

1. вложение иностранного капитала в производство происходит односторонне, а вывоз прибыли – постоянно, если не происходит реинвестирования;

2. иностранный капитал, ориентируемый на быструю и эффективную отдачу, может привести к диспропорциональному развитию национальной экономики (например, в отношении экологически грязных отраслей производства), если государство не будет регулировать направления капиталопотоков;

3. невозможно избежать отрицательного отношения предпринимательского сектора и отдельных граждан принимающей страны к владению иностранным капиталом прибыльными компаниями и влиянию, которое они оказывают на определение стратегии развития той или иной отрасли экономики.

Так, на национальном уровне формируется два типа политики: политика привлечения иностранных инвестиций и политика стимулирования экспорта прямых инвестиций. В связи с этим, правительства стран формируют два типа комплексных мероприятий: в виде политики привлечения иностранных инвестиций и политики содействия зарубежным инвестициям.

Государственная политика принимающей страны в отношении иностранного капитала включает в себя:

1. инвестиционный режим – законодательно закрепленный тип взаимоотношений принимающей страны и иностранных инвесторов;

2. политику регулирования иностранных инвестиций с целью получения максимума прибыли на единицу вложенного капитала. Эта структурная часть ориентирована на максимизацию положительных и снижение отрицательных эффектов от иностранных инвестиций, поступающих в страну;

3. политику стимулирования для привлечения максимально возможного объема капитала.

Различают несколько инвестиционных режимов, применяемых в государственной и межгосударственной практике регулирования инвестиционных потоков: режим наибольшего благоприятствования; национальный режим; справедливый и равноправный режим.

Первый стандартный режим – режим наибольшего благоприятствования предусматривает выполнение следующих условий:

1. принимающая страна относится к инвесторам одной страны не менее благоприятно, чем к инвесторам любого другого государства;

2. гарантируя инвесторам защиты от любых форм дискриминации со стороны принимающей страны.

Режим наибольшего благоприятствования позволяет принимающей стране маневрировать в отношении содержания будущих инвестиционных договоров, так как при-

нимающая страна может расширять на односторонней основе дополнительные права, которые будут предоставлены третьим странам в будущих соглашениях.

УДК 082

## **МЕЖКУЛЬТУРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ БЕЛАРУСИ И КИТАЯ**

*Бочкарева А.А.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: abockareva6@gmail.com*

Три вещи никогда не возвращаются обратно – время, слово, возможность.  
Поэтому не теряй времени, выбирай слова, не упускай возможность.

*Конфуций*

В современном нестабильном мире для любого государства важно иметь надежного партнера с общими экономическими, внешне- и внутривластными взглядами, схожими целями и задачами развития. Примером такого партнерства является двустороннее сотрудничество Республики Беларусь и Китайской Народной Республики.

Развитие двусторонних отношений Республики Беларусь с Китайской Народной Республикой берет свое начало 20 января 1992 года, когда были установлены дипломатические отношения между двумя государствами, и сегодня государства активно поддерживают друг друга на международной арене. Сотрудничество двух стран конструктивно развивается по всем направлениям: стороны регулярно обмениваются визитами на высшем и высоком уровнях, осуществляется активный межпарламентский диалог, динамично развиваются межведомственные белорусско-китайские контакты.

На сегодняшний день Китайская Народная Республика является одним из приоритетных векторов сотрудничества для Республики Беларусь, поскольку оба государства придерживаются многополярной системы международных отношений. Действующие двусторонние договоры с КНР охватывают широкий спектр вопросов: установление дипломатических отношений, торгово-экономическое сотрудничество, сотрудничество в области науки и технологий, искусства и культуры, образования, туризма, транспорта, здравоохранения, военно-техническое сотрудничество, безвизовые поездки и др. Двумя государствами успешно реализуются такие проекты как создание индустриального парка «Великий камень», Беларусский национальный технический университет и промышленная корпорация «ЦюаньШэн» (г.Увэй) открыли Центр по коммерции, науке, технике, образованию и культуре провинции Ганьсу для проведения совместных исследований, через Республику Беларусь проходит Новый шелковый путь, в Беларуси были открыты Институты Конфуция, которые являются центрами популяризации китайской культуры и китайского языка и мн. др.

Между Республикой Беларусь и Китайской Народной Республикой создана развитая договорно-правовая база сотрудничества. Подписано более 80 договоров, наиболее важными из которых являются соглашения о торгово-экономическом сотрудничестве, об избежании двойного налогообложения, о поощрении и взаимной защите инвестиций. В декабре 2008 г. подписано Соглашение о сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии, в марте 2009 г. – Соглашение о проведении валютной сделки СВОП между Национальным банком Республики Беларусь и Народным банком Китая.

Успешно развивается сотрудничество между двумя странами в области культуры. В июле 2008 года в Пекине прошли Дни культуры Республики Беларусь в КНР. Символично, что они прошли накануне открытия XXIX Олимпийских игр в Пекине в рамках Олимпийского фестиваля искусств.

Современный мир переживает глубокие и сложные изменения. Мировой финансовый кризис продолжает давать о себе знать глубинным влиянием на все сферы жиз-

ни, мировая экономика восстанавливается медленно и в своем развитии не едино направлена. Большие изменения вынашиваются в международной торгово-инвестиционной структуре и в правилах многосторонних инвестиций и торговли. В такой ситуации страны по отдельности сталкиваются с серьезными проблемами в ходе развития. Совместное создание «Одного пояса – одного пути» откликается на призыв современного мира к многополярности, глобализации экономики, культурному многообразию и информатизации общества, а также к отстаиванию духа регионального сотрудничества открытого типа, общей для всего мира системы свободной торговли и открытости мировой экономики. Совместная реализация проекта «Один – пояс – один путь» призвана стимулировать свободное, но упорядоченное передвижение факторов производства, высокоэффективное распределение ресурсов и глубокое влияние рынков. Беларусь – жемчужина Великого Шелкового пути.

Основные понятия китайской дипломатии в 2016 г. – один центр тяжести и две основные линии. Один центр тяжести – «Один пояс, один путь». Две основные линии – мир и развитие. Проект «Один пояс – один путь» появился в век глобализации. Это результат открытости и сотрудничества, а не инструмент геополитики.

«Один пояс, один путь» – это путь, ведущий к совместному развитию, процветанию, сотрудничеству и обоюдному выигрышу. Это путь взаимопонимания и доверия, многовекторного взаимодействия, мира и дружбы. Инициатива китайского правительства базируется на идеях мира и сотрудничества, открытости и толерантности, взаимного заимствования и обмена опытом, взаимной выгоды и обоюдного выигрыша. Инициатива направлена на всестороннее деловое сотрудничество, она призвана формировать сообщество интересов, судьбы и ответственности, для которого характерны политическое взаимодоверие, экономическая интеграция и культурная толерантность.

Немаловажным является дружба народов, поскольку люди – главный ресурс государств: Беларуси и Китая. Именно они сближают наши страны. И белорусы, и китайцы стремятся к экономическому и социальному благополучию, трудятся на благо своей страны, имеют схожие духовные ценности. Именно поэтому нам так легко найти общий язык.

Вероятно, мы похожи, потому что следуем заповеди Конфуция: «Чем бы Вы ни занимались в жизни, делайте это всем своим сердцем». Это нас и объединяет – Конфуций, любовь к нашим странам, забота о других, желание помочь каждому. Потому что все мы просто дети, чьи-то дети, независимо, сколько нам лет и какой мы национальности. И поэтому, мой Китай - здесь, в Республике Беларусь.

УДК 327 338.1

## БЕЛОРУССКО-КИТАЙСКИЕ ВНЕШНЕПОЛИТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ КАК ДРАЙВЕР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА НАШИХ СТРАН

Вашкевич Ю.Д.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: yvashkevich@inbox.ru

***Abstract.** The People's Republic of China is not only the main political and trade-economic partner of the Republic of Belarus in Asia, but also, in turn, a good friend of the Republic of Belarus. Diplomatic relations between the Republic of Belarus and the People's Republic of China were first established on January 20, 1992. Belarus imports and exports to China, Chinese products have their own advantages and disadvantages. The development of relations with China is the most important direction of the foreign policy of Belarus.*

Важное геополитическое положение Беларуси на границе мировых центров силы, культур и цивилизаций обусловило многовекторность внешней политики нашей страны. Китайская Народная Республика является не только главным политическим и тор-

гово-экономическим партнером Республики Беларусь в Азии, но и в свою очередь добрым другом Республики Беларусь. На сегодняшний день белорусско-китайские дружественные взаимоотношения находятся на подъеме.

Китайская Народная Республика является безусловно одной из наиболее динамично развивающихся стран всего мира, которая представляет собой непосредственный интерес для предприятий Беларуси в виде рынка сбыта производимой продукции, ресурсов, сырья и так далее. Дипломатические отношения между Республикой Беларусь и Китайской Народной Республикой впервые были установлены 20 января 1992 года. В декабре 2005 года состоялся визит президента Республики Беларусь в Пекин, в ходе которого руководители Беларуси и Китая А.Г. Лукашенко и Ху Цзиньтао подписали Совместную декларацию, где отмечено, что белорусско-китайские отношения выходят на уровень стратегического сотрудничества. В течение 2007 года в двусторонней торговле сохраняется тенденция к быстрому росту. В целом объем нашей торговли товарами и услугами с Китаем (включая Гонконг, Макао и Тайвань) за восемь месяцев по сравнению с соответствующим периодом 2006 года увеличился на 64,9 процента и составил 926 миллионов долларов. Китай – четвертый по значимости внешнеторговый партнер Беларуси, по объемам импорта он занимает второе место после России. Китайская Народная Республика является одним из важных внешнеторговых партнеров Республики Беларусь. Заметные результаты имеются в ходе реализации белорусско-китайских инвестиционных проектов в Беларуси при кредитной поддержке со стороны Китая. По итогам 2008 года КНР заняла 5-е место по объему товарооборота, 8-е – по экспорту Беларуси и 2-е место по импорту среди стран ”дальнего зарубежья“.

Внешнеполитические белорусско-китайские отношения укреплялись под воздействием многих факторов. Во-первых, это визиты различного уровня. Во-вторых, мероприятия различных межгосударственных структур. Например, в Белорусско-Китайском межправительственном комитете по сотрудничеству состоялись встречи сопредседателей белорусской и китайской частей Комитета, а также секретарей комитета.

Один из каналов для увеличения китайских инвестиций в экономики других стран – проект «Экономического пояса Шелкового пути». Именно в нашей стране находится одна из основных узловых платформ китайской инициативы строительства «Экономического пояса Шелкового пути» (особая китайско-белорусская экономическая зона «Великий камень» вблизи Минска). Прорабатываются вопросы реализации таких проектов, как создание Белорусским национальным техническим университетом (БНТУ) и Северо-Восточным университетом г. Шеньян Белорусско-Китайского Центра перспективных прикладных инженерно-технических научных исследований.

Основными преимуществами китайской продукции можно назвать следующие:

- дешевая рабочая сила (эта причина была основной и даже единственной в начале становления китайской экономики);
- возрастающее качество (постепенно китайским предприятиям удается достичь высоких показателей в области качества, часто это результат плотного сотрудничества с компаниями Европы и США);
- широкий ассортимент товаров разных категорий товаров (поскольку КНР является производителем многих европейских товаров по заказу и под знаком качества многих европейских компаний, а также их американских конкурентов, китайские производители имеют возможность внедрять мировые новшества в производство);
- относительно низкая цена на товары, которая обусловлена многими вышеназванными факторами.

Китайская продукция, конечно, имеет и свои недостатки, например:

- несоблюдение мировых производственных стандартов и стандартов качества;

– несоблюдение экологических и санитарных норм, что может наносить вред здоровью человека;

– срыв сроков поставки (несоблюдение сроков поставки по сравнению с оговоренными в контракте, потому что появляется тенденция избыточного спроса, т.е. у китайских производителей столько запросов, что они не справляются с исполнением своих обязательств);

– желание отдельных китайских производителей работать только по предоплате в 100% (таким образом, они страхуют свои производственные, коммерческие и предпринимательские риски);

– цены для отдельных регионов, которые не способны осуществлять большие заказы выше цен для регионов с крупными заказами.

Кроме того, комментируя внешнеполитический прорыв Белоруссии на дальневосточном направлении, эксперты отдают должное политической гибкости Лукашенко. Развитие отношений с Китаем является важнейшим направлением внешней политики Беларуси. Несмотря на мировой финансово-экономический кризис, Беларусь и Китай не допустили большого спада в своих экономических отношениях.

#### Список использованных источников

1. Мясников В. Беларусь и Китай: перспективы и партнерство в АТР в 21 век // Проблемы Дальнего Востока, 2008. – №6. – С.35-37.

2. Карлусов В. Экономическая политика открытости и внешнеэкономической деятельности КНР // Проблемы Дальнего Востока, 2009.

3. Беларусь и Китай // Проблемы Дальнего Востока, 1998. – №6.

4. Экономика КНР // БИКИ, 2006. – С. 21-67.

УДК 378.6(476)Конфуций

#### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНСТИТУТОВ КОНФУЦИЯ В БЕЛАРУСИ

Гринкевич О.О.

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

e-mail: grinolvi@gmail.com

***Abstract.** The history of the creation and development of cultural and educational centers of Confucius Institutes in Belarus. The main areas of work on the spread of the Chinese language and culture in Belarus. The role of diplomatic and cultural cooperation between the states.*

Успешное развитие межгосударственных отношений между Беларусью и Китаем положительно отразилось на сотрудничестве двух стран в сфере культуры и образования. В 2004 году была создана глобальная сеть Институтов Конфуция. Основной миссией данных учреждений является способствование изучению китайского языка, пониманию и ознакомлению с Китаем и его многовековой культурой.

В соответствии с Соглашением между Государственной канцелярией КНР по распространению китайского языка за рубежом (Ханьбань) и Белорусским государственным университетом, которое было подписано 5 июля 2006 года, в Беларуси было создан Республиканский Институт Конфуция Белорусского государственного университета. Основными его задачами являются обучение китайскому языку, подтверждение уровня владением языком, ознакомление с китайской культурой и традициями с помощью различных регулярно проводимых мероприятий. Институт также занимается налаживанием научно-техническое сотрудничество с различными учреждениями и предприятиями КНР. В 2009 году партнером БГУ по обеспечению деятельности и развитию Института является Даляньский политехнический университет КНР. За хо-

рошо проделанную работу РИКК БГУ был удостоен почетного звания «Лучший Институт Конфуция года» на Всемирном форуме Институтов Конфуция в 2011 году.

В декабре 2013 года почетное звание «Институт Конфуция года» было присвоено наряду с 27 лучшими Институтами Конфуция из более 500 существующих в мире Институту Конфуция в МГЛУ, который был открыт 18 сентября 2011 года. На официальной церемонии открытия Института Конфуция в Минском государственном лингвистическом университете присутствовал У Банго, председатель Постоянного комитета Всекитайского собрания народных представителей в 2003–2013 гг., член Постоянного комитета Политбюро ЦК КПК 14–15 созывов, а также представительство Ханьбань, сотрудники посольства КНР в Республики Беларусь, Министерства образования Республики Беларусь.

5 декабря 2013 года в Штаб-квартире Институтов Конфуция, в Пекине было подписано Соглашение о создании на базе Белорусского национального технического университета Института Конфуция по науке и технике. Партнером БНТУ стал Северо-Восточный университет Китая. 21 октября 2014 года в Минске состоялось открытие Института Конфуция по науке и технике БНТУ. Как и другие Институты Конфуция в Беларуси, по результатам деятельности за 2017 год, Институт Конфуция по науке и технике БНТУ получил почётное звание «Передовой Институт Конфуция» на 12-ой Конференции Институтов Конфуция в г. Сиане в декабре 2017 года. Институт Конфуция БНТУ по науке и технике выполняет функции преподавание китайского языка для специалистов инженерно-технического профиля, проводит мероприятия, направленные на развитие межкультурного диалога и сотрудничества в области образования, науки и инновационной деятельности между Республикой Беларусь и Китайской Народной Республикой.

Важнейшим направлением работы Институтов Конфуция является содействие созданию центров, классов, кабинетов Конфуция, которые способствуют изучению китайского языка и культуры в разных уголках Беларуси. Так, при содействии Института Конфуция в МГЛУ в мае 2016 года состоялось открытие Класа Конфуция в гимназии №1 имени Е. Ф. Карского г. Гродно, в декабре 2016 года был открыт Класс Конфуция в гимназии № 3 г. Могилева. А в феврале 2015 года был открыт Центр китайского языка и культуры при Институте Конфуция в МГЛУ.

В соответствии с соглашениями, подписанными БГУ с учебными заведениями Беларуси в университетах и школах, работают 3 кабинета Конфуция и 6 центров изучения китайского языка и культуры при РИКК БГУ. Действуют кабинеты в БГЭУ, Гродненском госуниверситете им. Я. Купалы и в гимназии № 23 г. Минска, центры по изучению китайского языка и культуры в гимназии № 11 г. Минска, в средней школе № 12 г. Минска, Смолевичской районной гимназии, средней школе № 16 г. Орши, Барановичском госуниверситете и Вороновской средней школе Гродненской области.

В декабре 2015 года, во время визита белорусской делегации в Китай, было предложено создать Институт Конфуция на базе Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. Для этого в ГГУ уже имелась определенная база и опыт сотрудничества китайскими университетами. В июне 2006 года был открыт кабинет китаеведения при поддержке и содействии Посольства КНР в Республике Беларусь. Кабинет Конфуция РИКК БГУ на базе филологического факультета Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины действовал с 2016 года, и после подписания в декабре 2017 года соглашений между ГГУ им. Ф. Скорины и Нанкинским университетом кабинет был преобразован в самостоятельный региональный Институт Конфуция, который способствует изучению китайского языка и распространения китайской культуры с помощью различных мероприятий на базе ГГУ им. Ф. Скорины и в Гомеле в целом.

Расширение сети культурно-образовательных и научных центров Институтов Конфуция в Беларуси, а также разнообразие культурно-просветительных и научных мероприятий, посвященных Китаю и белорусско-китайской дружбе, свидетельствуют о развитии дипломатического, культурного, научного и технического сотрудничества и содействуют налаживанию дружеских взаимоотношений между двумя государствами, росту интереса к китайскому языку, культуре и традициям Китая в Республике Беларусь.

#### Список использованных источников

1. Краткая история Республиканского института китаеведения имени Конфуция Белорусского государственного университета [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rci.bsu.by/about-ru.html> – Дата доступа: 19.10.2018
2. Об Институте Конфуция МГЛУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ci.mslu.by/ob-institute> – Дата доступа: 19.10.2018
3. Информация об Институте Конфуция по науке и технике БНТУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cist.bntu.by/ru/node/4> – Дата доступа: 19.10.2018
4. Институт Конфуция ГГУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gsu.by/ru/confucius-institute> – Дата доступа: 20.10.2018

УДК 81.367.625 (100)

### ГЛАГОЛ «ЛЮБИТЬ» В НАЦИОНАЛЬНОЙ КАРТИНЕ МИРА

Дун Цзюньфэй

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка

e-mail: [dongjunfei5@gmail.com](mailto:dongjunfei5@gmail.com)

**Abstract.** *The article discusses the peculiarities of using the verb to love in Belarusian and Chinese, their functioning in poetic texts.*

Национальное культурно-этническое взаимодействие русских, китайцев и белорусов отразило все зигзаги истории межгосударственного взаимодействия России – Китая – Беларуси. В начале третьего тысячелетия стала возможной принципиально новая модель взаимоотношений трех культур – взаимовыгодного сотрудничества с сохранением специфики каждой из культур. Новый, начинающийся сейчас этап культурного взаимодействия носит характер диалога. Три стороны на данном этапе активно возрождают свои национальные культурные традиции, нацеленные на модернизацию общества, которые призваны стать основой многостороннего культурного сотрудничества.

Вопросы культурного сотрудничества рассматриваются в рамках национальной самоидентификации, о чём свидетельствуют работы китайских авторов за последние семь лет: основная тема которых – взаимодействие национальных культур России и Китая под воздействием социокультурных особенностей и национальной идентичности, особенно активно рассматриваются национальные языковые картины мира как наиболее ярко отражающие ментальность этноса.

Любовь во все времена была в центре внимания. Её исследовали многие поэты и ученые, пытались постичь тайны этого вечного чувства. Существуют межкультурные и межъязыковые сходства и различия в передаче этого понятия в белорусском и китайском языках.

В словаре русского языка глагол «любить» имеет четыре значения:

1. Если вы чувствуете глубокую привязанность и преданность к родственнику, значит, вы его любите. *Любить маму. Родители любят своих детей.*
2. Если вы чувствуете серьёзное влечение к лицу другого пола, значит, вы его любите. *Любить девушку. Она любит женатого человека. Он любит свою жену.*
3. Если вам нравится делать, ощущать и т. п. что-либо, потому что это доставляет вам удовольствие, значит, вы это любите. *Я люблю читать стихи. Многие любят*

*театр. Никогда не любил работать в огороде. Он любит свою работу. Я люблю ездить в поезде. Они любят острые приправы. Он любил петь. Отец любит играть в шахматы. Дочь любит, чтобы ей рассказывали сказки.*

4. Если растения, животные нуждаются в чём-либо, чтобы существовать, можно сказать, что они это любят. *Сосны любят песчаную почву. Огурцы любят тепло. Эти цветы любят воду: их надо часто поливать* [5, с. 557].

В китайском языке глагол "爱" тоже имеет четыре значения:

1. Выражает отношение с глубоким чувством к человеку или предмету. *Любить Родину. Любить маму. 爱不释手 : трудно расстаться; 爱屋及乌: любя человека, любить всё, что с ним связано.*

2. 喜爱 : нравиться делать что-либо; любить петь.

3. 珍惜, 保护: ценить, защищать или охранять; *Ценить помощь и поддержку. защищать детей. охранять лес.*

4. 常常产生某种行为; 容易出现某中变化: часто неконтролируемые нами чувства приводят к неожиданности или из-за любви человек может совершить самые разнообразные поступки [1].

Глагол «любить» в разносистемных языках обозначает различные формы проявления одного из центральных понятий области межличностных отношений – любви, имеет как общие, так и новые значения. Так, в белорусском языке глаголы «*кахаць, любіць і мілаваць*» выражают чувства любви, душевной и эмоциональной привязанности с проявлением заботы:

1. **Кахаць** – чувствовать серьёзное влечение к лицу другого пола, например: *Он любит жену. Ён кахае сваю жонку.*

2. **Любіць** – испытывать глубокие чувства привязанности по отношению к собственным детям, родным, близким. *Она любит своих детей. Яна любіць сваіх дзяцей.*

3. **Мілаваць** – имеет много значений, в случае выражения любви переводится как **голубить, пестить, любить**. Способ выражения любви через проявление ласки. *Узяла дачку, у нейкім узбуджана-няўрымслівым настроі, мілавала яе, пака не супакоілася. – Взяла дочку, в каком-то возбужденно-непоседливом настроении, приголубила ее, пока та не успокоилась* [4].

Особый интерес для исследования представляют переводы стихотворений китайских поэтов, в которых зафиксирован глагол любить, на белорусский язык [2, 3]. Так, в стихотворении Тао Юаньмина (365-427) «Вярнуўся на палі і ў сады» встречается данный глагол в том же значении, что и на языке оригинала:

*少无适俗韵, 性本爱丘山。*

*З дзён юнацкіх чужыя  
мне сугучы пыхлівага свету,  
Бо з народзін **люблю** я  
прастату гэтых гор і цяснін* [ 2, с. 40].

В стихотворении «Восень» Дай Ваншу (1905 – 1950) описывает свои чувства, свою судьбу через состояние осенней природы, а переводчик с помощью глагола **любить** показывает состояние героя через звуки природы и любовь к этой скучной поре года:

*它是在奏着管弦乐 ;  
这个使我想起做过的好梦 ;  
我从前认它为好友是错了,  
因为它带了烦忧来给我 。*

*Дакранаюся чуйных струнаў,  
я сябе ўспамінаю юным,  
Помню тое: **любіў** я восень  
За тугу, што з сабой прыносіць.*

我对它没有爱也没有恐惧,  
你知道它所带来的东西的重量,  
我是微笑着, 安坐在我的窗前,  
当飘风带点恐吓的口气来说:  
秋天来了, 望舒先生!

Ні любові няма, ні страху,  
Я паклаў іх – на страты плаху,  
І спакойна, з усмешкай светлай,  
Сустракаю пагрозу ветру:  
«Гэта восень, спадар Ваншу» [3, с. 64]

В стихотворении Хай Цзы (1964-1989) «Азіяцкая медзь» герой описывает свою бедную страну, жалуется на тяжелую жизнь, но в то же время хочет умереть на родине. Переводчик описывает любовь героя к своей родине и употребляет глагол *кахаць*, тем самым подчеркивая, что родина – это его вторая половинка:

亚洲铜 亚洲铜

祖父死在这里 父亲死在这里 我也会死在这里  
你是唯一的一块埋人的地方

Азіяцкая медзь, азіяцкая медзь,  
Як і бацьку, і дзеду, мне стрэціць тут смерць.  
Толькі тут да астатку жыццё мне кахаць.  
Толькі тут пажадаю сябе пахаваць [3, 300].

Таким образом, проанализированные глаголы выражают изменение эмоций и психологического состояния человека и вызывают особый интерес для сопоставительного исследования. Семантика глагола «любить» отражает личный опыт человека и опыт народа, имеет свои особенности в белорусской и китайской культурах, но всегда остается в центре внимания исследователей.

#### Список использованных источников

1. 万森. 汉语字典 2016年. 北京.第3页. Ван, Сэнь Словарь китайского языка / Ван Сэнь. – Пекин, 2016. – 3 с.
2. Пад крыламі дракона: Сто паэтаў Кітая / пер. на бел. мову М. Мятліцкага. – Мінск: РВУ «Выдавецкі дом «Звязда», 2012. – 280 с.
3. Пялёсткі лотаса і хрызантэмы: Сто паэтаў Кітая XX стагоддзя / пер. з кіт. М. Мятліцкага. – Мінск: Мастацкая літаратура, 2018. – 327 с.
4. Тлумачальны слоўнік беларускай літаратурнай мовы / Пад рэд. М.Р. Судніка. – Мінск: Беларуская энцыклапедыя, 1996.
5. Толковый словарь русского языка / Под ред. Д.В. Дмитриева. – М.: Астрель-АСТ, 2003. – 1582 с.

УДК 330.5(510)

#### ДИНАМИКА ВВП КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ В XXI ВЕКЕ

Карпенко Н.С.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: karp1805@tut.by

**Аннотация.** На протяжении трех последних десятилетий темпы роста китайской экономики были рекордными. По итогам 2010 года Китай занял второе место после США по размерам ВВП, и от года в год лишь упрочнял собственные позиции в сфере международной экономики. Однако в последнее время наблюдается снижение темпов экономического роста КНР. Не означает ли это неуклонное падение китайской экономики? Так как показатель ВВП непосредственно влияет на изменение позиций страны в мировой экономике, то для ответа на этот вопрос в статье представлен анализ динамики ВВП Китайской народной республики с 2000 года по настоящее время, и его прогноз.

**Ключевые слова:** экономика Китая, динамика, ВВП, темпы экономического роста.

## DYNAMICS OF CHINA'S GDP IN THE XXI CENTURY

*Karpenko N.S.*

*Belarusian National Technical University*

**Abstract.** *Over the past three decades, the growth rate of the Chinese economy has been a record. At the end of 2010, China ranked second after the United States in terms of GDP, and from year to year it only strengthened its position in the international economy. Recently, however, there has been a slowdown in China's economic growth. Does this mean a steady decline in the Chinese economy? Since the GDP indicator directly affects the change in the country's position in the global economy, the answer to this question in the article presents an analysis of the dynamics of China's GDP from 2000 to the present, and its forecast.*

**Keywords:** *Chinese economy, dynamic, GDP, economic growth rates.*

Опираясь на достаточно успешное осуществление в последнее двадцатилетие XX века «четырёх модернизаций», результатом которых стало увеличение ВВП Китайской народной республики в 6,4 раза к 2000 г. по сравнению с 1980 г. при планировавшемся росте в четыре раза, китайское руководство поставило цель максимально эффективно использовать первое двадцатилетие XXI столетия. Его рассматривали как «период стратегических возможностей» для дальнейшего наращивания экономической, оборонной, внешнеполитической мощи и выхода на качественно новые позиции в мире. В частности, поставлена задача увеличить ВВП в 2020 г. в четыре раза по сравнению с 2000 г. и обеспечить построение общества «малого благоденствия» – «сяокан», то есть выйти на среднемировой уровень потребления.

Высокая норма накопления, умелое использование возможностей мирового рынка после вступления во Всемирную торговую организацию в конце 2001 г. и сравнительных преимуществ страны как крупнейшей на планете фабрики позволили Китаю в начале XXI века не только сохранить динамику экономического роста, но и качественно нарастить вес в мировой экономике. Так, за счет поддержания инвестиционного спроса в 2003-2005 гг. было обеспечено около 70% прироста ВВП.

На рубеже 2011-2012 гг. экономика КНР вступила в полосу замедления, прирост ее ВВП был подвержен краткосрочным колебаниям, получившим среди экспертов название «мини-цикл». В начале календарного года темпы экономического роста обычно снижались, и, реагируя на это, власти предпринимали меры «мини-стимулирования» деловой активности: увеличивали государственные расходы, предоставляли налоговые послабления предприятиям, смягчали денежную политику. Как следствие, во второй половине года происходило некоторое ускорение прироста ВВП, но в первом квартале следующего года оно уступало место новому замедлению [1, с. 83].

Таким образом, если с начала 2000-х годов темпы роста ВВП составляли в среднем 9,6% в год, то в 2012 и 2013 годах снизились до 7,8%, в 2014 – до 7,3%, а в 2015 году упали до 6,9%. В 2016 г. темпы прироста ВВП еще более снизились и составили 6,7%.

Здесь надо сказать, что переход к более низким показателям прироста ВВП связывается в Китае с понятием «новая нормальность» (синь чантай), которое указывает на постепенные перемены в динамике развития экономики КНР после мирового экономического кризиса 2008-2009 гг. «Новая нормальность», согласно мнению китайских экономистов и политиков, не является сугубо негативным явлением, однако требует трансформации экономики страны и её перехода на инновационный путь развития.

Однако в 2017 году темпы роста ВВП вновь повысились до 6,9%. По прогнозам объем экономики Китая превысит ВВП США в 2032 году и станет самым большим в мире, но пока это только прогноз, реализация которого отнюдь не predetermined. Как остроумно было замечено в журнале *The Economist*, «для продолжения подъема Китаю необходимо отойти от той модели, которая служила ему столь хорошо». Жизненно важ-

ный сдвиг модели экономического роста от накопления и экспорта к потреблению и научно-техническому прогрессу требует огромных затрат и длительных неустанных усилий по подъему науки, созданию собственных технологий, ресурсосбережению, более равномерному распределению доходов в обществе, внедрению всеохватывающего социального обеспечения населения. Не гарантирован Китай и от попадания в «ловушку средних доходов». Серьезным вызовом для Пекина может стать целенаправленная политика многих стран по избавлению от чрезмерной «китаезависимости», то есть высокой доли КНР в их внешней торговле, а также по развитию интеграционных форматов без участия Китая (таких как Транс-Тихоокеанское партнерство).

Пожалуй, главным неизвестным остается способность или неспособность Китая совершить в обозримой перспективе качественный технологический рывок, перейти от главенства заимствованных технологий к опоре на разработки, базирующиеся на своей интеллектуальной собственности. В последнее время в России неоднократно высказывался тезис, что после 2020 г. США уверенно продемонстрируют преимущество в сфере НИОКР и уйдут в отрыв от Китая. В частности, бывший президент Киргизии, ныне профессор МГУ Аскар Акаев полагает, что ключевое значение будет иметь способность тех или иных стран нарастить долю технологий нового цикла – «нано–био–инфо–когнио» (NBIC), а здесь Китай заметно отстает от Соединенных Штатов и ведущих государств Европы. В то же время китайские ученые спокойно реагируют на такого рода прогнозы, ссылаясь на действующую программу развития новых стратегических отраслей, в значительной мере базирующихся на новейших технологиях, и на практические успехи в развитии интернет-экономики, создании новых материалов и т.п. В любом случае, однако, реальные достижения Китая в космической программе в целом и лунной в частности, в глубоководных океанских исследованиях, в развитии низкоуглеродных технологий, активном использовании возобновляемых источников энергии позволяют предположить, что отставание КНР от других держав в научно-технической сфере существенно сократилось [2].

#### **Список использованных источников**

1. Мозиас П.М. Экономический рост в Китае в 2014 г. и прогноз на 2015 г. / П.М. Мозиас // Проблемы Дальнего Востока. – 2015. – №1.
2. Китай в 21 веке [Электронный ресурс] – 2018. – Режим доступа: <https://world-politik.livejournal.com/407308.html>. – Дата доступа: 21.10.2018.

УДК 339

### **СТРУКТУРА БЕЛОРУССКО-КИТАЙСКОЙ ТОРГОВЛИ**

*Карпович Ю.В.*

*Белорусский национальный технический университет  
e-mail: Juliakarpovich.gk@gmail.com*

**Аннотация.** В статье рассматривается структура белорусско-китайской торговли, история торгово-экономических отношений между странами. Выявлено стратегическое значение Беларуси для реализации китайской инициативы «Экономический пояс шелкового пути». Обоснована важность торгово-экономических отношений между странами.

**Ключевые слова:** внешняя торговля, торговая политика, экономическая интеграция, белорусско-китайская торговля.

### **THE STRUCTURE OF TRADE BETWEEN BELARUS AND CHINA**

**Abstract.** In the article the structure of trade between Belarus and China is analyzed. The history and the development of trade relations are examined. There was actualized the strategic

*significance of Belarus for the implementation of China's initiative the «Silk Road Economic Belt». The importance of cooperation between Belarus and China are shown in the current paper.*

**Key words:** *foreign trade, trade policy, economic integration, Belarusian-Chinese trade.*

За последние 24 года экономические и политические взаимоотношения между Республикой Беларусь и КНР имеют устойчивую динамику развития. Китай является одним из наиболее важных торгово-экономических партнеров нашей страны.

История белорусско-китайского сотрудничества началась с создания 16 сентября 1994 г. Белорусско-Китайской комиссии по торгово-экономическому сотрудничеству на основе Соглашения между Правительством Республики Беларусь и Правительством Китайской Народной Республики о торгово-экономическом сотрудничестве от 10 января 1992 г. С того момента был предпринят комплекс мер по интенсификации процессов двустороннего партнёрства. Например, среди них Программа активизации сотрудничества с КНР на 2004-2008 гг., которая позволила увеличить товарооборот между странами в 2 раза. Создание в Китае в 2009-2010 годах совместных предприятий таких как ООО «АВИК-БелАЗ Карьерные Машины» (учредители ОАО «БелАЗ и компания SATIS SUPPLY), ООО «Харбин Дунцинь Гомель предприятие сельскохозяйственного машиностроения» (учредители ПО «Гомсельмаш» и корпорация Donjin Group (г. Харбин)), предприятия по сборке белорусских энергонасыщенных тракторов (учредители ПО «Минский тракторный завод» и компания Donjin Group (г. Харбин)) способствовало увеличению доли сложной машинной техники в объёме белорусского экспорта.

Сегодня товаропроводящая сеть Республики Беларусь в Китае включает в себя также совместное предприятие «Санцзян-Волат компания Лтд.», представительство ОАО «Белорусская калийная компания», ООО «Белнефтехим Шанхай трейдинг», совместные предприятия ООО «Чунцин Гомель Предприятие сельскохозяйственного машиностроения», «Белмет (Шанхай) Трейдинг Ко., Лтд.», представительства АСБ «Беларусбанк» и ОАО «МАЗ» [1].

После установления дипломатических отношений товарооборот между странами значительно вырос и только за январь-август 2018 года уже составил 2 296, 0 млн. дол. США. По итогам 2017 г. Китай остаётся на втором месте среди импорт-партнёров Беларуси (после России) с долей импорта 8%. В Беларусь из Китая импортируются части и принадлежности для автомобилей и тракторов (110, 5 млн. дол. США), аппаратура связи и части к ней (267,1 млн. дол. США), вычислительные машины для обработки информации (112,2 млн. дол. США), электрические железнодорожные локомотивы (99,2 млн. дол. США) [2].

Беларусь является одним из крупнейших поставщиков калийных удобрений на мировой рынок (после России и Канады), поэтому Китай рассматривает нашу страну в качестве их экспортёра. За 2017 г. Беларусь поставила в КНР удобрений на 244,8 млн. дол. США. Важными экспортируемыми товарами являются полиамиды, лен-сырец и лен обработанный, комбайны, трактора [2].

Объём белорусского экспорта за январь-август 2018 года составил 266, 4 млн. дол. США, импорта – 2 029,6 млн. дол. США, сальдо отрицательное- 1 763,2 млн. дол. США [3].

Важно отметить, что на развитие торговых отношений между КНР и Республикой Беларусь положительно влияют взаимные визиты глав государств, членов правительств. Принимаемые на высшем уровне меры способствуют увеличению товарооборота. Двусторонние торгово-экономические связи активизируются за счёт участия белорусских субъектов хозяйствования в международных выставках и ярмарках, проводимых в Китае.

Беларусь поддерживает выдвинутую Председателем КНР Си Цзиньпином концепцию «Один пояс, один путь» и активно участвует в реализации проектов Экономического пояса Шелкового пути (ЭПШП). Выгодное географическое положение нашей страны, наличие магистральных газо- и нефтепроводов, высокий уровень квалифици-

рованных кадров, большие запасы лесных ресурсов, калийных солей, пресных вод определяют конкурентные преимущества Беларуси и ее стратегическое значение для реализации инициативы ЭПШП. В настоящее время увеличивается объём перевозок контейнерными поездами по белорусской железной дороге (БЖД) в направлении Китай-ЕС-Китай. Таким образом, БЖД способна стать одним из оптимальных транспортно-логистических звеньев в таком проекте, как ЭПШП. Одновременно контейнерные перевозки по БЖД содействуют развитию торговых отношений между РБ и Китаем [4]. В целом, данная концепция способствует развитию сотрудничества между странами.

Внешнеэкономические связи между РБ и КНР свидетельствуют о расширении и углублении сотрудничества в сфере торговых отношений. Их укрепление способствует повышению эффективности товарного производства, придаёт импульс для развития национальных экономик, содействует решению социальных проблем и реализации совместных проектов.

#### Список использованных источников

1. Журавлёв Ю. Основные тренды торговли между Беларусью и Китаем / Маркетинг: идеи и технологии: производственно-практический журнал для руководителей и работников подразделений маркетинга, сбыта, коммерческой деятельности, внешнеэкономических связей, отделов рекламы и рекламных агентств / учредитель ООО «ПромКомплекс». – 2013. – № 4. – С. 56-60.
2. Внешняя торговля Республики Беларусь. Статистический сборник. [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь.
3. О внешней торговле Республики Беларусь по отдельным странам в январе – августе 2018 г. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: [http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/vneshnyaya-torgovlya\\_2/operativnye-dannye\\_5/eksport-import-s-otdelnyimi-stranami/](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/vneshnyaya-torgovlya_2/operativnye-dannye_5/eksport-import-s-otdelnyimi-stranami/)
4. Цзяхуэй Я. Беларусь и КНР: торгово-экономическое сотрудничество в контексте реализации стратегии «Экономический пояс шелкового пути» / Я. Цзяхуэй // Журнал международного права и международных отношений, 2017. – №1-2 (80-81). – С. 122-129.

УДК 316.732:376.7

### ОСОБЕННОСТИ КРОСС-КУЛЬТУРНОЙ АДАПТАЦИИ КИТАЙСКИХ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В Г. ГРОДНО

Климуть К.С.

Гродненский государственный университет имени Я. Купалы  
e-mail: vahanavak@mail.ru

*Abstract.* Today there is a large number of studies (projects) in the sphere of cross-cultural adaptation of migrants. However, despite the high interest of scientists to the problems of cross-cultural adaptation, the theoretical and methodological tools for the study of this phenomenon are very limited. The researchers focus on the main factors that can affect the process of cross-cultural adaptation. Based on these factors, we conducted a study to identify the specific features influencing the process of Chinese students' cross-cultural adaptation to educational medium of Grodno.

В теоретических работах многих ученых представлены факторы, влияющие на процесс кросс-культурной адаптации. Однако, на наш взгляд, подобные факторы не могут быть универсальными для представителя любой культуры. Именно поэтому, данное исследование посвящено выявлению факторов, влияющих на процесс кросс-культурной адаптации китайских студентов, желающих получить образование в Беларуси.

Актуальность изучения проблемы кросс-культурной адаптации китайских студентов, обучающихся в Беларуси заключается в том, что в последние годы увеличилось количество студентов из КНР, желающих получить образование в нашей стране. Данный процесс

включает в себя не только получение знаний в той или иной специальности, но и активное освоение белорусских национальных ценностей, традиций, правил поведения в обществе.

Чтобы выявить основные факторы, влияющие на процесс кросс-культурной адаптации китайских студентов в Беларуси, нами было проведено исследование на базе УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы». В ходе исследования были рассмотрены следующие факторы, способные влиять на процесс кросс-культурной адаптации: факторы среды, культурные факторы, социокультурные факторы, индивидуальные факторы и межличностные факторы.

Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе были выбраны два эмпирических метода сбора информации: беседа и индивидуальное заочное анкетирование. В ходе беседы нам удалось получить данные о проблемах, которые препятствуют процессу успешной адаптации китайских студентов. Полученные данные легли в основу составления анкеты полузакрытого типа. Анкета помогла систематизировать полученную ранее информацию и упростила процесс обработки и сравнения данных. Нами был выбран вариант онлайн-анкетирования.

В анкетировании приняло участие 50 китайских студентов, обучающихся в г. Гродно. В ходе исследования нами не были выявлены факторы, характерные для одного конкретного пола. В связи с этим в ходе исследования мы не учитывали гендерную принадлежность.

Проанализировав полученные данные, нами были выделены следующие группы проблем, возникающих в процессе адаптации китайских студентов:

- проблемы языкового характера, связанные с изучением русского языка (фонетика, грамматика);
- проблемы индивидуального характера (неготовность китайских студентов обучаться в Беларуси, отсутствие родственников и друзей, непривычная национальная кухня и т.д.);
- системные или организационные проблемы, так как институты нашего общества не оказывают достаточную поддержку китайским студентам;
- климатические проблемы, связанные с особенностями белорусского климата;
- проблемы межличностной коммуникации, которая не может осуществляться без знаний культурных норм.

На основе данных факторов нами были предложены следующие рекомендации:

- перед приездом в Беларусь необходимо попытаться получить хотя бы базовый уровень владения русским языком;
- целесообразно развивать программы «летних школ/университетов»;
- руководству белорусских вузов рассмотреть вопрос об открытии программ русского языка как иностранного только для представителей китайской культуры;
- при обучении студентов на языковых курсах не стоит ограничиваться только изучением языка; важно обучить китайских студентов особенностям нашего общения, этикета, норм и ценностей;
- стоит наладить связь между студентами, которые уже находятся на обучении в Беларуси, со студентами, которые только намереваются приехать к нам в страну. Китайский студент, обучающийся в Беларуси, смотрит на нашу страну через призму собственной культурной картины мира. Это позволяет ему выделить сложности, которые могут возникнуть у представителей его культуры при взаимодействии с нашей культурой;
- организовать программу “личный куратор”, то есть предоставить китайским студентам личного куратора на первые месяцы пребывания в Беларуси. Такими кураторами могут выступать студенты, изучающие китайский язык. В результате, у китайских студентов появится личный помощник, который сможет помочь ему успешно адапти-

роваться в новом обществе, а белорусские студенты получают возможность языковой и межкультурной практики;

– китайским университетам следует постараться предоставлять студентам, желающим обучаться в Беларуси, не только набор базовой информации, но и некие специальные сведения (нормы, ценности, особенности поведения). Это поможет снизить культурный шок при первом личном знакомстве с белорусской культурой;

– организовать экскурсии, которые смогут помочь понять особенности белорусской истории.

Таким образом, в ходе исследования были выявлены факторы, способные замедлять процесс кросс-культурной адаптации к белорусской образовательной среде, что дало возможность предложить некоторые рекомендации, способные сделать этот процесс менее болезненным для китайских студентов.

УДК 330.341

## ЗНАЧЕНИЕ ДОВЕРИЯ (СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА) В КИТАЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ: СКВОЗЬ ПРИЗМУ ФИЛОСОФИИ КОНФУЦИЯ

Милош А.И.

Белорусский национальный технический университет  
e-mail: milosharina@mail.ru

***Аннотация.** Работа посвящена анализу связи идеологии и хозяйства как фактора стабилизации и нестабилизации китайской экономики, а также конфуцианства как философии хозяйства и модернизации на основе доверия социального капитала.*

***Abstract.** The work is devoted to the analysis of the relationship of ideology and the economy as a factor of stabilization and non-stabilization of the Chinese economy, as well as Confucianism as a philosophy of economy and modernization based on the trust of social capital.*

Идея о том, что доверие является ключевым элементом эффективно функционирующего государства и продуктивной экономики, не нова. Именно через социальный капитал поддерживается порядок в обществе на основе доверия, взаимоуважения. «Рыночная система работает во многом благодаря именно доверию. Инвесторы просто вынуждены вручать свои трудовые сбережения другим людям, и, решаясь на это, они ожидают, что не будут, как минимум, обмануты» [1, с. 12].

Современная модель экономики имеет ряд недостатков: она игнорирует мораль; люди рассматриваются в ней в качестве обособленных индивидов, взаимодействующих друг с другом только посредством торговли и потребления.

«Без доверия, испытываемого людьми друг к другу, общество распалось бы, поскольку лишь немногочисленные виды взаимоотношений основываются нами на абсолютно бесспорном знании о другом человеке. И немногие связи устояли бы, если бы доверие между людьми не было бы таким же сильным, или даже сильнее, чем рациональные выкладки или личные наблюдения» [3, с. 37].

Некачественный социальный капитал (исследованию которого уделено недостаточно внимания) является главной проблемой развивающихся стран по поводу формирования институциональной среды, которая служила бы развитию экономики в долгосрочном периоде. Поэтому особый интерес представляет феномен строительства социализма и социалистического рыночного хозяйства в Китае, породивший так называемое «китайское экономическое чудо» и вторую сверхдержаву в мире в условиях глобализации.

Так, сравнительно большее доверие между индивидами, как и доверие к институтам власти, повлияло на экономическое развитие и общественное благосостояние Китайской Народной Республики посредством философии Конфуция, которое выступило

в качестве механизма сплочения всего китайского народа и укрепления национального самосознания китайской цивилизации.

Ядро конфуцианства – «добросердечие». Добросердечие внешне проявляется в виде «ритуала». Ритуал является характерной чертой конфуцианской этики (Китай всегда был известен как «государство ритуала»). Изначально ритуал был мистической и этической категорией одновременно, но на протяжении некоторого периода времени он обрел значение идеологии.

Согласно Конфуцию, базовые ценности представляют собой систему традиционных и проверенных временем социальных связей. Эти связи призваны выполнять ограничивающую и регулятивную функцию посредством врожденного нравственного чувства. «Если править с помощью закона, улаживать, наказывая, то народ остережется, но не будет знать стыда. Если править на основе добродетели, улаживая по ритуалу, народ не только устыдится, но и выразит покорность», - считал Конфуций [2, с. 18].

Изречение Конфуция гласит: «Пусть отец будет отцом, сын – сыном, государь – государем, чиновник – чиновником» [2, с. 24]. Ритуал в практическом плане означает, что каждый человек должен знать свое место в процессе общения. Как правило, конфуцианство выделяет три основных устоя взаимоотношений: абсолютная власть государя над чиновником, отца над сыном, мужа над женой. В случае нарушения этих взаимоотношений, очевидно нарушается ритуал. Тот, кто пренебрег ритуалом, считается бунтовщиком, выступившим против вышестоящих. Именно в иерархичности и ритуализированности, пренебрежении производительным трудом в момент выбора приоритетов межличностных отношений в деловой сфере, а также в преобладании традиционной патриархальной морали проявляется негативное влияние конфуцианства на развитие Китая в отношении модернизации. Но с другой стороны благодаря конфуцианской этике, глубоко укорененной в сознании китайского народа, сегодня КНР - это страна, которая имеет стабильный средний доход, рост ВВП и постепенно корректирует свою экономическую модель.

Важнейшим выводом стало осознание того, что экономисты должны уделять гораздо больше внимания человеческой психологии, а не сухим цифрам экономической статистики.

#### **Список использованных источников**

1. Коулман Дж. Капитал социальный и человеческий / Дж. Коулман // *Общественные науки*. – 2001. – №3. – С.122-139.
2. Каретина Г.С. Конфуцианство в процессе модернизации Китая // *Известия Восточного института*. – 2015. – №2(26). – С. 3-9.
3. Полищук Л. Экономическое значение социального капитала / Л. Полищук, Р. Меняшев // *Вопросы экономики*. – 2011. – №12. – С.46-65.
4. Современная политическая экономия. / Под ред. Чэн Эньфу. – Шанхай, 2000. – С. 61.
5. Сущенко М.А. «Новое конфуцианство» в общественно-политической жизни современного Китая // *Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств*. – 2015. – №3(32). – С. 116–119.
6. Хоскинг Дж. Экономика доверия / Дж. Хоскинг // *Неприкосновенный запас*. – 2010. – №5(73).

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Панков Н.Н.

Белорусский национальный технический университет  
e-mail: Pankou\_mikalai@mail.ru

***Abstract.** The publication examines the assessment of investment potential. The priority directions in the implementation of the Belarusian investment policy should be the involvement into the orbit of managerial influences of organizational and economic factors that do not require significant capital investments but without the realization of which it is impossible to achieve sustained economic growth in the state.*

Вопросы оценки инвестиционного потенциала Республики Беларусь можно разбить на две группы:

- оценка инвестиционного потенциала как показателя, характеризующего уровень развития областей и районов Республики Беларусь и их привлекательность;
- оценка эффективности использования инвестиционного потенциала в ходе реализации инвестиционного процесса.

Все методики оценки инвестиционного потенциала как элемента инвестиционной привлекательности белорусских регионов основываются на экспертном подходе – выявлении состава факторов и структуры, которые формируют общую оценку. Данный подход является достаточно эффективным для формирования рейтингов, однако имеет и субъективный фактор, который зависит от мнения экспертов, которые формируют показатели оценки.

При оценке инверсионного климата в ряде методик используются понятия инвестиционного потенциала и инвестиционного риска. Применительно к данной оценке под инвестиционным потенциалом имеются в виду факторы территориальной среды и ресурсные факторы.

В оценку инвестиционного потенциала также следует включать и организованные факторы, которые должны учитывать системные возможности областей и районов Республики Беларусь.

Полагаем, что первоочередными направлениями в реализации белорусской инвестиционной политики должно стать вовлечение в орбиту управленческих воздействий организационно-экономических факторов, которые не требуют значительных капитальных вложений, но без реализации которых невозможно осуществить поступательный экономический рост в государстве.

Один из главных аспектов оценки инвестиционного потенциала в Республике Беларусь заключается в оценке его организационно-системной части. Если ресурсную часть инвестиционного потенциала можно отобразить через натуральные и экономические показатели, а потенциал территорий в виде рисков реализации инвестиций, то к оценке организационно-системной части необходимо применять иной подход.

Организационно-системный потенциал отражает все механизмы деятельности инвестиционных процессов. Для их оценки главным фактором является скорость их протекания, а также присутствие усиливающих и ограничивающих факторов, которые воздействуют на механизмы. Оценка факторов следует осуществлять как количественно, так и качественными экспертными методами. Рассмотрим это подробнее.

Структурно-управленческий потенциал включает в себя возможности управленческой системы по комплексной реализации инвестиционной деятельности и возможности по собственной диверсификации, а также по соответствию методов и структуры управления стратегиям развития областей и районов Республики Беларусь.

Главными факторами при оценке составляющей структурно-управленческого потенциала являются:

- доступность инвестиционных институтов для участников инвестиционного процесса;
- скорость принятия управленческих решений;
- непрерывность механизма разработки и корректировки региональных инвестиционных программ.

Факторы ограничения заключаются в:

- качестве звеньев управления, участвующих в принятии инвестиционных решений;
- локализация инвестиционной деятельности по уровням управления.

Организационно-технологический потенциал характеризует степень соответствия применяемых в Республике Беларусь способов и методов организации производства стратегиям развития экономической системы областей и районов Беларуси и наиболее действенным методам, а также возможности по их реализации. Данное соответствие возможно оценить показателями экономической эффективности производства.

Таким образом, анализ основных направлений развития инвестиционной деятельности в Республике Беларусь позволяет сделать вывод о том, что важным моментом в управлении инвестиционными процессами является повышение роли инвестиционного потенциала и его использования.

УДК 330.101.8

## **К ВОПРОСУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Панков Н.Н.*

*Белорусский национальный технический университет  
e-mail: Pankou\_mikalai@mail.ru*

***Abstract.** The publication examines the issues of the state investment policy of the Republic of Belarus. Investment potential is the most important component of the investment process of the Republic of Belarus.*

*Investment potential takes into account the most important macroeconomic characteristics. Foreign investors attach great importance to the political situation in the country, and domestic investors to legislative and financial risks.*

Государственная инвестиционная политика Республики Беларусь включает в себя ряд основных направлений.

Государство отказывается от чрезмерной централизации инвестиционного процесса, учитывая многообразие форм собственности и фактор повышения собственных источников субъектов хозяйствования для финансирования их инвестиционных проектов.

В определенной мере, в какой сохраняется государственная поддержка предприятий за счет государственных инвестиций, она осуществляется путем переноса центра тяжести с безвозвратного бюджетного финансирования на кредитование на возвратной основе. Бюджетное финансирование в Республике Беларусь сохраняется для социально значимых объектов, не располагающих собственными источниками, то есть данное финансирование может охватывать только наиболее важные градообразующие производства, а также социальную сферу.

Наиболее важным также становится усиление государственного контроля за целевым расходованием средств республиканского бюджета, которые направляются на инвестиции. В этой связи полагаем, что определенная часть государственных инвестиционных ресурсов должна направляться на реализацию быстро окупаемых инвестиционных проектов, а также объектов среднего бизнеса.

Привязка инвестиционной политики к определенному кластеру способствует формированию и применению комплексного набора механизмов исполнения данной политики, что облегчает процесс ее разработки и способствует ее оптимизации.

Началом инвестиционного процесса на микроуровне следует считать принятие решения о привлечении инвестиций, а в итоге - достижение поставленных целей либо прекращение инвестиционного проекта в вынужденных случаях.

Инвестиционный процесс на уровне областей и районов Республики Беларусь является постоянно протекающим экономическим процессом, имеющим этапы своего развития и механизм его реализации.

Непрерывность инвестиционного процесса на уровне областей и районов государства определяется особой спецификой его управления.

Инвестиционный потенциал является важнейшим составляющим инвестиционного процесса Республики Беларусь. В этой связи остановимся более подробно на классификации и оценке инвестиционного потенциала.

Инвестиционный потенциал учитывает важнейшие макроэкономические характеристики, потребительский спрос населения и иные факторы. Иностранные инвесторы уделяют большое значение политической ситуации в стране, а отечественные инвесторы – законодательному и финансовому рискам. Существование в стране дешевой и квалифицированной рабочей силы также является достаточным конкурентным преимуществом у иностранных инвесторов. У белорусских же инвесторов все еще сохраняются иллюзии относительно преимуществ достаточно высокого научно-технического потенциала, которому отдается предпочтение вместе с покупательным спросом населения и инфраструктурной обустроенностью государства. Для «усредненного» инвестора, на наш взгляд, наиболее важным является финансовый потенциал и законодательный риск при осуществлении инвестиционной деятельности, в то время как институциональный потенциал и экологический риск являются наименее значимыми факторами при определении места инвестирования. Потребительский потенциал, который лидировал ранее, отошел на второй план в вопросе предпочтения инвесторов.

В процессе исследования вопроса инвестиционной привлекательности используются территориальный, объектный и ресурсный подходы.

В первом подходе используется понятие инвестиционной привлекательности территории и ее экономического потенциала.

Критерием инвестиционной привлекательности также может служить и понятие инвестиционной активности, то есть относительные (на кв. м., на человека) или абсолютные значения вложенных инвестиций за период, а также деловая активность (динамика изменения инвестиций за последующий период к предыдущему).

Во втором подходе под объектом исследования инвестиционного потенциала имеется в виду объект инвестирования – предприятия, актуальный проект либо иная форма бизнеса.

Главный же недостаток указанного подхода заключается в определенной сложности выбора направлений координации и развития при наличии ресурсных ограничений, а также расчета альтернативных стоимостей проектов для областей и районов Республики Беларусь.

Третьим подходом к оценке инвестиционного потенциала государства и его привлекательности для инвесторов является концепция ориентации на ресурсы. Так, инвестиционная привлекательность ресурсов отражает требования инвесторов к условиям, в которых находятся предприятия (инвестиционный климат), и возможностям объекта инвестирования удовлетворять их потребность. Данный подход, на наш взгляд, базируется на существовании стратегии инвестиционного процесса с помощью оценки инве-

стиционной привлекательности региона. Его следует относить к проектным методам управления инвестиционного потенциала и его оценки.

Вместе с тем полагаем, что главный недостаток подхода, ориентированного на оценку инвестиционного потенциала через денежные потоки доходов от использования ресурсов, состоит в невозможности всеобъемливающего управления и учета развития инвестиционного потенциала областей и районов Республики Беларусь в целом. То есть, сформулированные с помощью данного подхода стратегии имеют ресурсно-исчерпывающий характер.

Полагаем, что косвенным подтверждением проработки не в полном объеме проблем оценки инвестиционной ситуации в областях и районах Республики Беларусь является отсутствие комплексных попыток осуществления перехода от констатации нынешнего положения дел к прогнозированию инвестиционных процессов.

В существующих в нынешнее время методиках оценки инвестиционного потенциала главным недостатком является их статичный характер, который не позволяет в значительной степени использовать сформулированные методы в целях управления инвестиционными процессами.

Таким образом, инвестиционный потенциал Республики Беларусь – это поступательное развитие и использование инвестиционной составляющей экономической системы областей и районов государства в целях достижения социально-экономического эффекта.

УДК 330

## **КОММУНИКАЦИИ И ГУМАНИТАРНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО БЕЛАРУСИ И КИТАЯ**

*Проживальская Т.А.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: tatyana596509087@gmail.com*

Сегодня становится все более очевидным, что человечество развивается по пути расширения взаимосвязи и взаимозависимости различных стран, народов и их культур. Этот процесс охватил различные сферы общественной жизни всех стран мира. В каждой стране год от года растет число людей, имеющих экономические контакты за пределами своей культуры. В настоящее время в мире насчитывается более 37 тыс. транснациональных корпораций с 207 тыс. филиалов, в которых работает несколько десятков миллионов людей. Не стали исключением культурно-экономическая ситуация Беларуси и Китая.

Сегодня Китай обладает крупнейшей экономикой, а также является крупнейшим в мире экспортером товаров. Не стоит сомневаться, что такая большая страна будет стремиться развить свое влияние на соседние страны.

Основа белорусско-китайского взаимодействия – дружба и доверие между лидерами двух стран. Для белорусского народа Китай – это надежный друг, а также стратегический партнер. Сотрудничество Беларуси и Китая базируется на общих принципах внутренней и внешней политики. Обе страны выступают за формирование многополярного мира, невмешательство во внутренние дела других государств под любым предлогом, разрешение международных конфликтов и споров мирным путем. Беларусь и Китай активно взаимодействуют в международных организациях - ООН, ШОС, Совещании по взаимодействию и мерам доверия в Азии. Развитие сотрудничества с Китаем - ключевой приоритет белорусской внешней политики. Отношения двух стран основаны на принципах взаимного уважения, равенства и характеризуются активным политическим диалогом, эффективным развитием торгово-экономических, инвестиционных, научно-технических, гуманитарных связей.

Осенью 2013 года Си ЦзиньПин выдвинул предложение объединения проектов «Экономического пояса Шёлкового пути» и «Морского Шёлкового пути XXI века»

в проект Один пояс один путь (一帶一路). Суть данной китайской инициативы заключается в поиске, формировании и продвижении новой модели международного сотрудничества и развития с помощью укрепления действующих региональных двусторонних и многосторонних механизмов и структур взаимодействий с участием Китая. На основе продолжения и развития духа древнего Шёлкового пути «Один пояс и один путь» призывает к выработке новых механизмов регионального экономического партнерства, стимулированию экономического процветания вовлечённых стран, укреплению культурных обменов и связей во всех областях между разными цивилизациями, а такжедействию мира и устойчивого развития.

Проект «Один пояс один путь» работает не только в экономическом плане, но и в культурном. В рамках проекта были проведены следующие мероприятия:

- «Веселый праздник весны в Беларуси» в Белорусской государственной филармонии. В концерте принял участие всемирно известный Нанкинский ансамбль песни и танца;
- «Праздник Фонарей» в лицее Белорусского государственного университета;
- 21 декабря 2016 года состоялось торжественное открытие Центра культуры КНР в Минске, в рамках которого экспонировалась выставка современной китайской живописи «Красота природы рождает таланты» и выступил Женский национальный оркестр провинции Цзянсу.

Так же в 2016 году в городе Дуньхуан прошел Первый Международный культурный ЭКСПО Шелкового пути, в котором приняла участие делегация от Республики Беларусь во главе с Министром культуры Республики Беларусь. На выставке от Беларуси была выдвинута инициатива определить в каждой стране Шелкового пути город, который, как Дуньхуан в Китае, мог бы стать символическими культурными воротами Шелкового пути. В Беларуси в качестве такого города выбран г. Гродно, являющийся одним из древних городов Беларуси с богатой историей и традициями.

В сентябре 2014 года в Пекине подписано Соглашение между Правительством Республики Беларусь и Правительством Китайской Народной Республики о создании Белорусско-Китайского межправительственного комитета по сотрудничеству.

Одним из кирпичиков в строительстве прочных китайско-белорусских отношений служит Китайско-белорусский индустриальный парк – Великий камень, который был создан по межправительственному соглашению между Китайской Народной Республикой и Республикой Беларусь.

На территории парка планируется разместить производственные и жилые зоны, офисные и торгово-развлекательные комплексы, финансовый и научно-исследовательский центры. Великий камень – современный международный эко-город с акцентом на высокотехнологичные и конкурентоспособные инновационные производства с высоким экспортным потенциалом. В качестве резидентов индустриального парка могут выступать любые компании независимо от страны происхождения капитала. Понимая острую конкуренцию за инвестора на мировом рынке, государство для резидентов индустриального парка создало благоприятный инвестиционный климат, гарантированный как национальным законодательством, так и специальными международными соглашениями, и обязательствами, предоставило беспрецедентные льготы и преференции, образовало отдельный и независимый орган государственного управления, осуществляющий комплексное административное обслуживание по принципу «одного окна».

Индустриальный парк раскрывает потенциал Беларуси как коммуникационного звена между СНГ, Россией и Европой, а также предоставляет возможность беспопытного входа на рынок стран Таможенного союза и Единого экономического пространства.

Таким образом, сотрудничество Беларуси и Китая продолжает достигать новых высот и укрепляться год за годом. В перспективе нас ожидают множество проектов, которые будут способствовать развитию взаимоотношений двух стран.

## ВЛИЯНИЕ ЭКСПОРТА МЯСА ПТИЦЫ В КНР НА ЦЕНЫ НА ВНУТРЕННЕМ БЕЛОРУССКОМ РЫНКЕ: РЫНОЧНЫЙ ПРОЦЕСС ИЛИ СГОВОР ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Сасковец В.В.

Белорусский национальный технический университет  
e-mail: vladusik.saskovets@gmail.com

### INFLUENCE OF EXHIBITION OF POULTRY MEAT IN THE PRC ON THE PRICES OF THE INTERNAL BELARUSIAN MARKET: THE MARKET PROCESS OR CONTRACT OF MANUFACTURERS

**Abstract.** China is one of the most important trade and economic partners of the Republic of Belarus. Belarus annually exports about 150 thousand tons of poultry meat. However, the country is ready to increase exports and to China alone to supply up to 100 thousand tons.

**Key words:** poultry meat, export, poultry, ministry of antitrust trade.

В последнее десятилетие динамика внешней торговли Республики Беларусь характеризуется быстрым наращиванием объемов товарооборота и услуг. Это обусловлено высокими темпами экономического роста, увеличением научно-технического и транзитного потенциала, участием в интеграционных процессах в рамках СНГ и др.

Основной торговый партнер Беларуси – Россия, на ее долю приходится 39,7% белорусского экспорта и около 60,3% импорта (рисунок 1):

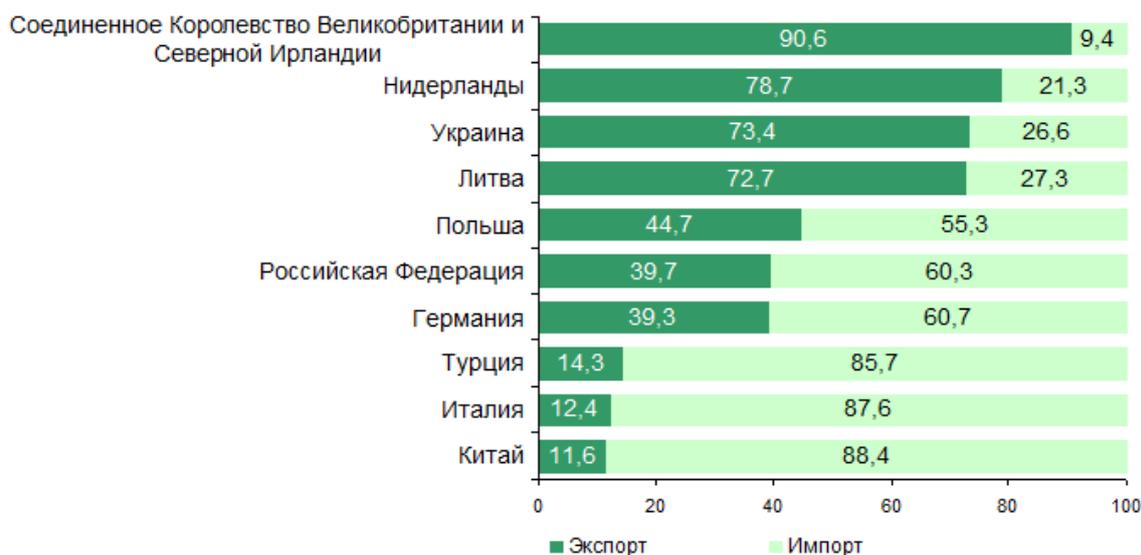


Рисунок 1 – Структура внешней торговли товарами Республики Беларусь с отдельными странами в 2017 году (в процентах к товарообороту)

Динамично развиваются торговые отношения с партнерами в Азиатском регионе – ОАЭ, Израилем, Индонезией, Индией, Японией, Китаем [1].

Китай является одним из наиболее важных торгово-экономических партнеров Республики Беларусь. О динамике развития белорусско-китайской торговли можно судить по тому факту, что в целом за двадцать пять лет с момента установления дипломатических отношений взаимный товарооборот вырос почти в 100 раз: с 34 млн. долларов в 1992 году до более 3,5 млрд. долларов.

За 2016 год товарооборот (без учета услуг) Беларуси и материкового Китая составил 2 296 013,3 тыс. долларов, объем белорусского экспорта – 266 387,3 тыс. долларов, импорта 2 029 626,0 тыс. долларов.

Основными товарами по экспорту в Китай: калийные удобрения (сумма экспорта в 2017 – \$ 246 млн); полиамиды (сумма экспорта в 2017 — \$ 45,3 млн); изделия из камня или других минеральных веществ (сумма экспорта в 2017 – \$ 7,8 млн) и др.

В ходе мониторинга ценовой ситуации в Республике Беларусь в июне-июле было выявлено, что цены на мясо птицы значительно выросли. Рост этот составил за счет цены производителей. Нужно понимать, что они связаны между собой, двигаются вместе. При тех же самых торговых надбавках производители увеличили цену, при этом еще и отменили скидки, которые раньше предоставлялись. В итоге по отдельным торговым объектам цена на мясо птицы в Республике Беларусь выросла до 28%.

18 апреля 2018 года в Беларуси находилась делегация из Китайской Народной Республики. По результатам визита Минсельхозпрод получит допуск на поставку продукции, а именно – мясо птицы в Китай. Принято решение открыть пять белорусских птицефабрик для поставок мяса птицы в Китай. Поставлять свою продукцию будут пять птицефабрик, в их числе «Дружба», агрокомбинат «Дзержинский», «Серволюкс», Витебская бройлерная птицефабрика. По мнению средств массовой информации, это вызвало рост цен на мясо птицы.

По мнению Министерства антимонопольного регулирования торговли, цены увеличились существенно, но объективных причин для этого сейчас нет. Такое единовременное повышение цен без объективных причин имеет все признаки ценового сговора. Под ценовым сговором в экономике понимают: «неформальное соглашение участников одной рыночной отрасли реализовывать или же приобретать товары или услуги по определенной цене».

Министерство антимонопольного регулирования торговли завершает своё расследование, готовится материал, затем дело будет передано в комиссию по антимонопольному регулированию. Заключение комиссии будет приравнено к решению суда первой инстанции. В случае выявления нарушений при установлении цен производители курятины могут быть оштрафованы на крупные суммы.

Пока не была выявлена экономическая причина, производители ссылаются на то, что вырос импорт мяса птицы в Российскую Федерацию и открылся китайский рынок для производителей. Но это не причины поднимать цены

В Беларуси в 2017 году в живом весе выращено 50,7 млн голов птицы. Это на 35,2% больше к уровню 2010 года, и на 4,5% больше к 2015 году.

Рынок производителей мяса птицы в Республике Беларусь стабилизировался, и его фавориты твердо стоят на своих позициях. За девять месяцев первую строку в рейтинге по объемам производства по-прежнему удерживает «Смолевичи-Бройлер» – 77,5 тысячи тонн. В холдинг также входит предприятие «Серволюкс-Агро», занявшее третье место.

Беларусь ежегодно отправляет на экспорт около 150 тысяч тонн мяса птицы. Однако страна готова нарастить экспорт и в один только Китай поставлять до 100 тысяч тонн.

По итогам 2017 года Беларусь поставила в Китай сельхозпродукции на 15 млн. \$. В этом году экспорт белорусской продукции планируется увеличить, главным образом речь о молочной продукции, мясе, желатине.

В Китай уже отправили первую партию белорусской говядины комбинатов «Велес-мит» и ОАО «Могилевский мясокомбинат». Беларусь стала первой страной в СНГ и тринадцатой в мире, получившей разрешение на поставки говядины в Китай. За год планируют поставить в КНР белорусской говядины на 20 миллионов долларов.

Белорусские птицефабрики на данный момент могут экспортировать в Китай замороженную тушку птицы, но поставки еще не начались. На китайском рынке более

востребованы субпродукты и отдельные части тушки. Сейчас отрабатывается вопрос и планируется также до конца года получить возможность поставлять субпродукты.

#### **Список использованных источников**

1. Белстат [Электронный ресурс] – 2018. – Режим доступа: [http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/vneshnyaya-torgovlya\\_2/dannye-o-vneshnei-torgovle-respubliki-belarus-p\\_2/struktura-vneshnei-torgovli-tovarami-respubliki-belarus-s-otdelnymi-stranami/](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/vneshnyaya-torgovlya_2/dannye-o-vneshnei-torgovle-respubliki-belarus-p_2/struktura-vneshnei-torgovli-tovarami-respubliki-belarus-s-otdelnymi-stranami/) – Дата доступа: 22.10.2018

УДК 331.1

### **К ВОПРОСУ ТРУДОУСТРОЙСТВА ТРУДЯЩИХСЯ-ИММИГРАНТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Свирская М.А., Толстая М.И.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: mari.svirskaya@mail.ru*

***Abstract.** The article discusses the mechanism for obtaining special permits for immigrant workers to have rights and benefits in the implementation of work within the collaboration with Chinese companies that implement investment projects in the Republic of Belarus.*

Трудящиеся-иммигранты, которые постоянно проживают на территории Республики Беларусь (имеющие вид на жительство), а также граждане государств-членов ЕАЭС (Российской Федерации, Республики Казахстан, Республики Армения) принимаются на работу в том же порядке, что и граждане Республики Беларусь.

Для осуществления своей трудовой деятельности трудящимся-иммигрантам необходимо наличие следующих документов:

1. специального разрешения на право занятия трудовой деятельностью;
2. разрешения на привлечение иностранной рабочей силы.

Получение разрешительных документов делится на несколько этапов:

1) Обращение в центр занятости с заявлением о наличии вакансий для подтверждения того, что занятие вакансий не может быть обеспечено гражданами Республики Беларусь и иностранцами, постоянно в ней проживающими.

По общему правилу сведения обрабатываются автоматизированной информационной системой «Общереспубликанский банк вакансий» не менее пятнадцати рабочих дней. Особенности предусмотрены для нанимателя, являющегося инвестором либо созданного с участием инвестора, а также нанимателя, привлекающего высококвалифицированного иностранного работника: для них установлен срок в семь рабочих дней.

2) Подача в органы по гражданству и миграции заявления о выдаче специального разрешения или разрешения на привлечение иностранной рабочей силы, которые должны содержать обоснование необходимости найма трудящегося-иммигранта.

3) Получение собственно разрешительного документа.

4) После получения разрешения на привлечение иностранной рабочей силы наниматель имеет право обращаться за получением специальных разрешений для каждого трудящегося-иммигранта.

После получения специального разрешения наниматель и трудящийся-иммигрант заключают трудовой договор, который должен соответствовать требованиям, предъявляемым к трудовым договорам с иностранными работниками, после чего заключенный трудовой договор регистрируется в органах по гражданству и миграции.

Что касается коллаборации с Китайской Народной Республикой, то следует отметить, что Китайские подрядчики получили льготы в части трудоустройства иностранных граждан на территории Республики Беларусь, в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 27 сентября 2016 г. №349 «О реализации инвестиционных про-

ектов». Китайским компаниям предоставлено право привлекать иностранных граждан для работы в Республике Беларусь наравне с белорусскими компаниями.

Нормы данного Указа также предусматривают дополнительные льготы: разрешительные документы будут выдаваться без заключений органов занятости о возможности привлечения иностранцев для работы в Беларуси (что существенно снижает риск получения отказа в выдаче) и в более короткие сроки по сравнению с общеустановленными (5 календарных дней вместо 15).

Предоставляемые Указом льготы являются **временными и исключительными**: названные компании могут применять их только на время реализации инвестиционных проектов, закрепленных в Указе.

В соответствии с Указом временные и исключительные льготы были предоставлены следующим китайским компаниям на период реализации инвестиционных проектов, осуществляемых на территории Республики Беларусь:

- 1) CITIC Construction Co., Ltd;
- 2) Корпорация Сюань Юань (Xuan Yuan Industrial Development Co., LTD);
- 3) Китайская корпорация инжиниринга CAMC (China CAMC Engineering Co., LTD);
- 4) Китайская инженерная компания по электроэнергии (China National Electric Engineering CO., LTD);
- 5) Китайская машиностроительная инжиниринговая корпорация (China Machinery Engineering Corporation);
- 6) Северокитайская электроэнергетическая проектная компания при китайской электроэнергетической инженерно-консультационной корпорации.

Таким образом, законодатель предусмотрел ряд льгот и преференций для трудящихся-иммигрантов, привлекаемых Китайскими компаниями для реализации инвестиционных проектов на территории Республики Беларусь, тем самым повышая инвестиционную привлекательность государства.

#### **Список использованных источников**

1. Указ Президента Республики Беларусь от 27 сентября 2016г. №349 «О реализации инвестиционных проектов».

УДК 331

### **ПОНЯТИЕ «КУЛЬТУРНЫЙ ШОК» И СПОСОБЫ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ**

*Смахтина Е.В.*

*Международный университет «МИТСО»*

*e-mail: kate.smahtina@gmail.com*

***Abstract.** This article focuses on a phenomenon which is called culture shock. First of all, this topic is interesting because of the immigration process taking place in the modern world. Many people move to the different countries and, of course, to China too. The article describes the human reaction to cultural features at the different stages of adaptation. The ways of minimizing the culture shock when moving to another country or long-term residence there are proposed in this article.*

Термин «культурный шок» впервые был введен Калерво Обергом в 1954 году. В общем смысле «культурный шок» понимается как «эмоциональный или физический дискомфорт, дезориентация индивида, вызванная попаданием в иную культурную среду, столкновением с другой культурой, незнакомым местом». Раскрываемая нами тема интересна, прежде всего для людей, которые планируют долгосрочные поездки, либо переезд в другую страну на постоянное место жительства. Как справиться со стрессом, «культурным шоком» при переезде или посещении другой страны?

«Я в культурном шоке!». Каждый человек, хотя бы раз в жизни, произносил эту фразу. Мы можем использовать ее в различных ситуациях, но одно ясно наверняка:

принять происходящее вокруг человеку сложно, а порой даже невозможно. И вполне естественно, что приезжая в другую страну, человек сталкивается с этим понятием. Это касается и близких для Беларуси стран, таких, например, как Россия, Литва. Еще в большей степени это относится к странам далёким, таким, как Китай.

У каждого человека адаптация к новой среде проходит индивидуально, однако, на наш взгляд, можно выделить несколько ярких этапов. Этапы прохождения адаптации можно соотнести со вступлением в брак: «идеализация», «возмущение» (а в некоторых случаях, даже агрессия), «принятие».

Для стадии «идеализации» характерна романтизация страны. Это естественно, ведь, кто не слышал о прекрасных китайских пагодах, красивых высотных зданиях, Терракотовой армии и Великой китайской стене? Приезжая в Китай, студенты с воодушевлением планируют много путешествовать, завести китайских друзей, повысить свой уровень владения языком и попробовать различные деликатесы. Однако чаще всего спустя какое-то время человек сталкивается с различием менталитета, культурной и социальной среды. И это столкновение выводит из «зоны комфорта». Именно в этот период, на наш взгляд, начинается период «возмущения».

Период «возмущения», чаще всего, отражается в том, что «визитеры» начинают критиковать жителей страны, различия культуры поведения, манеры разговора, моды и т.п. Именно в этом периоде ярче всего наблюдается и проявляется явление культурного шока. Также начинается тоска по родине, еде, социальной среде и родному языку. После прохождения стадии «идеализации», посетители Китая начинают жаловаться на непривычно острую еду, множество людей на улицах, курение в общественных местах, несоблюдение правил дорожного движения. Особенно часто в среде студентов-иностранцев, проживающих в Китае, можно услышать «Главное успеть до обеда!». В отношении жителей Китая как ни для кого, на наш взгляд, актуальна фраза «война войной, а обед по расписанию». Принятие пищи является очень важным ритуалом для каждого жителя Китая, в отличие от большинства белорусов, которые часто «перекусывают» бутербродом, не отрываясь от работы. И, конечно, если «визитерам» требуется, например, подписать важный документ, на данном этапе адаптации к новой культуре этот безобидный и даже правильный национальный «ритуал» вызывает безграничное раздражение. Именно на этом этапе в большей степени виден конфликт старых и новых культурных норм в сознании человека, находящегося в процессе адаптации. И этот период, по нашему мнению, является тем самым «переломным моментом», после которого человек решает для себя: сможет он принять эти особенности и культуру или нет.

Завершающая стадия, выведенная нами выше, - это «принятие». На этом этапе человек начинает с пониманием относиться к культурным и социальным различиям, решать собственные проблемы исходя из этих различий, появляется уверенность при общении с носителями языка, исчезает боязнь живого общения. Те культурные особенности, которые «визитер» все еще не принимает, воспринимаются скорее с юмором и иронией, но период жесткого отрицания отступает.

Конечно, процесс адаптации и принятия новой культуры глубоко индивидуален, однако есть некоторые важные факторы, которые серьезно могут на него повлиять. Так, социолог Герт Хофстед создал теорию социокультурной классификации различных стран мира, по которой каждая страна может быть охарактеризована по следующим факторам: «индивидуализм-коллективизм, малая дистанция неравенства-большая дистанция неравенства, слабое устранение неопределенности – сильное устранение неопределенности, мужской тип – женский тип.» Естественно, эти факторы существенно влияют на скорость процесса преодоления культурного шока и адаптации в новом социуме. При планировании длительного проживания в другой стране, человек должен точно понимать, что его ждет, и представлять те трудности, с которыми он может

столкнуться в процессе адаптации. На наш взгляд, лучшим способом для этого является общение с соотечественниками, которые проживали или проживают на территории Китая. Несомненно, полностью обезопасить себя от культурного шока не представляется возможным, однако при должной подготовке и учете факторов социокультурной классификации можно свести последствия культурного шока к минимуму. В отношении Китая дистанция неравенства, на наш взгляд, достаточно велика, поэтому к переезду или длительному проживанию в Поднебесной стоит отнестись с еще большим вниманием. Надо помнить, что Китай – страна с многовековой культурой, своеобразными традициями и национальным колоритом, которые разительно отличаются от культуры и традиций Беларуси, и быть к этому готовым, так как 入乡随俗 (Со своим уставом в чужой монастырь не ходят).

#### Список использованных источников

1. Тен Ю.П. Культурология и межкультурная коммуникация. – Учебник для студентов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007.

2. Герт Хофстеде и его теория измерений культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.telelangue.com/ru/2011/10/hofstede-cultural-theory> – Дата доступа: 31.10.2018.

УДК 004

### СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ ИГРЕ В НАСТОЛЬНЫЙ ТЕННИС: КИТАЙ – БЕЛАРУСЬ

*Хэн Чюантао*

*Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка*

*Abstract. The article discusses the modern approach to learning to play table tennis at the initial stage of learning, analyzes the national characteristics of the game.*

Современные системы подготовки в настольном теннисе на этапе начальной спортивной подготовки направлены на овладение основами рациональной и эффективной спортивной техники, которая во многом определяет успех спортивной тренировки. Достижение спортивного результата в технических видах спорта зависит в большинстве от реализации спортсменом технических действий, которые объективно проявляются в специфических движениях и представляют собой биомеханический процесс, включающий в себя систему межмышечных координаций и управления центральной нервной системы [1].

В Китае настольный теннис считается национальным видом спорта, после Второй мировой войны основы пинг-понга ввели в школьную программу. История тенниса в Беларуси начинается с 1920 года. Правила игры в настольный теннис претерпевали изменения в течение всего периода его развития. Так, в Китае, Японии и других странах Азии по традиции придерживаются хватки «пером», а в Европе применяют горизонтальный способ держания ракетки. Европейские игроки и специалисты настольного тенниса долго не признавали вертикального способа держания ракетки, считая, что горизонтальный способ дает больше возможностей для всестороннего овладения техникой игры.

Результирующим фактором техники в настольном теннисе является недостижимость удара, сложность приема для соперника, что обеспечивается путем сокращения времени для ответного удара за счет увеличения силы, скорости полета мяча, оптимальностью направления в соответствии с тактической задачей в наиболее уязвимую для соперника зону. Это предопределяет характерные черты современного настольного тенниса, такие как высокий темп действий спортсмена, быстрая смена

игровых ситуаций, ограниченное время на выбор, подготовку и проведение ответного удара, высокая эмоциональность вследствие быстротечности игры.

Деятельности спортсмена в настольном теннисе присущи высокая скорость, координационно-техническая сложность, взрывной характер усилий, точность ударов и передвижений, умение наносить удары по всей ширине и глубине стола. По определению азиатских специалистов, современный стиль игры в настольный теннис – это темп, точность, разнообразие и вращение.

Для овладения и совершенствования технико-тактических приемов и умения применять их с высокой результативностью в соревновательной деятельности необходимо установить преимущественные факторы, определяющие уровень спортивного мастерства игроков в настольный теннис. Для изучения уровня технической подготовленности игроков в настольный теннис были проанализированы показатели, предложенные в Учебной программе, утвержденной Министерством спорта и туризма Республики Беларусь в 2017 г.

Для определения уровня физической подготовленности игроков в настольный теннис были изучены результаты, показанные ими в контрольных упражнениях, составляющих нормативную часть Программы для ДЮСШ, СДЮШОР, ШВСМ по настольному теннису и широко использующиеся в практике. Нормативные требования дифференцированы в зависимости от пола, возраста, уровня подготовленности занимающихся. В тестировании приняли участие 16 девочек и мальчиков, занимающихся в группах начальной подготовки СДЮШОР по настольному теннису г. Минска. Статистический анализ результатов показал, что группы мальчиков и группа девочек имели по уровню физической подготовленности достаточно однородный состав ( $V < 10\%$ ).

Также было проведено тестирование физической подготовленности 20 школьников Китая, занимающихся настольным теннисом. Оценка развития физических качеств осуществлялась в 9 тестовых заданиях.

Проведенный сравнительный анализ выбранных контрольных упражнений физической подготовленности теннисистов в Китае и в Беларуси свидетельствует о наличии определенной схожести контрольных упражнений. Так, например, для оценки гибкости использовался наклон вперед стоя (в Беларуси) и сидя на полу (в Китае), для оценки силы мышц рук – отжимания в упоре лежа и подтягивание навесу на перекладине хватом сверху и в Китае, и в Беларуси; для определения силы мышц брюшного пресса – поднимания туловища из положения лежа на спине. Необходимо отметить, что, несмотря на то, что предлагались одинаковые упражнения, методика выполнения была различна. Так, для нормативов китайской школы характерно выполнение всех упражнений в быстром темпе, и данный темп задается установленным лимитом времени – 1 минута. Таким образом, направленность всех контрольных нормативов носит скоростной характер (скоростная выносливость, скоростно-силовая выносливость) уже на начальном этапе подготовки, что в полной мере соответствует требованиям настольного тенниса к уровню мастерства спортсмена.

В Беларуси при подготовке игроков в настольный теннис на общую физическую подготовку в группах первого года обучения отводится 22,6% времени, на специальную физическую подготовку – 12,5%, на изучение техники ударов – 53,9%. В то время как в Китае изучение техники ударов занимает 70% времени, общая и специальная физическая подготовка – 30% времени.

Анализ соревновательной деятельности спортсменов национальной команды Республики Беларусь показывает отставание в уровне технико-тактического мастерства по сравнению с ведущими спортсменами КНР. Наибольшее отставание выявлено в эффективности и стабильности накатов и завершающих ударов, а также во всех

техничко-тактических дзействах в защите. При анализе атакующих дзействах выявлено существенное увеличение топ-спинов со стороны спортсменов КНР.

Как отмечает Сюй Яньшэн, в процессе подготовки каждый технический элемент содержит определенную смысловую задачу по целому ряду характеристик (направление и скорость полета мяча, сила удара, скорость и характер вращения, время и место контакта ракетки с мячом и другие) [2]. Китайские спортсмены переняли технику топ-спина японских спортсменов, игру европейских теннисистов подрезкой, атаку двумя сторонами ракетки горизонтальной хваткой, накат, выполняющийся двумя сторонами ракетки, методы тренировки с большим количеством мячей японских спортсменов, но все это они продолжают сочетать с китайской техникой игры в настольный теннис. Китайскую школу настольного тенниса отличают быстрота, мощь и точность ударов, применение разнообразных вращений, неожиданные и частые смены траектории полета мяча [2, с. 317].

Таким образом, современный уровень развития настольного тенниса предъявляет повышенные требования к уровню готовности и подготовленности игроков. Поэтому возникает необходимость повысить эффективность тренировочного процесса при условии целенаправленного управления процессом подготовки спортсмена, опираясь на научно обоснованные методические рекомендации и внедрения современных информационных технологий в процесс подготовки юных теннисистов как в Китае, так и в Беларуси.

#### **Список использованных источников**

1. Барчукова Г.В. Теория и методика настольного тенниса / Г.В. Барчукова, В.М. Богушас, О.В. Матыцин. – Вильнюс, 2007. – 150 с.

2. Настольный теннис: Пер. с кит. / Под ред. Сюй Яньшэна. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 320 с.

УДК 330

### **ИННОВАЦИОННОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО БЕЛАРУСИ И КИТАЯ**

*Чернецов Д.О.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: Bithovin00@mail.ru*

*Abstract. This paper describes joint innovative scientific and technical cooperation between China and Belarus in various fields. The main fields of this activity, in which it can be noted, are described, as well as the main prospects for the further development of these relations.*

Инновации являются основой креативной экономики Беларуси и Китая, ибо, пронизывая всё общественное производство, вплетаясь во все виды деятельности, увеличивают интеллектуальный капитал и участвуют в создании человеческого капитала. Новшества, созданные в сфере опытно-конструкторских и опытно-технологических работ Беларуси и Китая, в основе которых лежат фундаментальные и прикладные исследования, повышают интеллектуальный уровень общественного производства, способствуют формированию креативного мышления стран и т.д.

Для создания импульса инновационной активности в Беларуси создано шесть новых субъектов инновационной инфраструктуры:

- Научно-технологический парк «Полесье» при Полесском государственном университете в г. Пинске;
- Белорусский инновационный фонд;
- Центр трансфера медицинских и фармацевтических технологий при Витебском государственном медицинском университете;
- Гродненский центр научно-технической и деловой информации;

- Гродненский государственный университет им. Янки Купалы;
- Научно-аналитический центр информации, инновации и трансфера технологий в г. Могилеве [1].

Беларусь имеет большие преимущества в сфере биотехнологий, ядерной и космической отраслей, в отраслях военно-промышленного комплекса. Плоская тепловая труба, электрогенератор переменного тока, прибор для определения водонепроницаемости материалов методом гидростатического давления и другие новые патенты включены в направления инновационного сотрудничества Китая и Беларуси.

Китайско-белорусский парк «Великий камень» как символ экономического пояса Шелкового пути создается на базе передового машиностроения, современного обслуживания. Современный международный экогород строится, опираясь на Минск во взаимосвязи со многими вузами, академическими и отраслевыми научно-исследовательскими институтами. Беларусь является страной — участницей ЕАЭС, продукция предприятий индустриального парка «Великий камень» может экспортироваться без таможенных пошлин и экономических ограничений на рынки России, Казахстана, Армении, Кыргызстана, емкость которых составляет 183 млн. потребителей.

В процессе реализации внешнеэкономической стратегии Китая «Один пояс, один путь» в рамках индустриального парка «Великий камень» Беларусь и Китай осуществляют научно-техническое сотрудничество, чтобы стимулировать двустороннее торгово-инвестиционное сотрудничество и содействовать развитию экономики двух стран.

В целях сопровождения научно-технических и инновационных проектов, поиска инвесторов и создания совместных производств на базе индустриального парка «Великий камень» создан Китайско-Белорусский центр коммерциализации инноваций [2].

Основные направления развития торгово-экономических отношений Китая и Беларуси в строительстве индустриального парка «Великий камень»:

- рост доли высокотехнологичных товаров в белорусском экспорте;
- увеличение доходности экспорта товаров;
- рост количества совместных предприятий;
- расширение объема экспорта на рынок Китая;
- снижение стоимости импорта товаров из Китая;
- повышение инвестиционной привлекательности Беларуси.

На базе научно-технических и организационных инноваций с 2016 г. производятся и выводятся на международный рынок новые машины, созданные на базе интеллектуальных технологий, обладающие существенно повышенными экологическими свойствами и, как следствие, соответствующими товарными и эксплуатационными конкурентными преимуществами.

Развитие отношений с Китаем – стратегическое направление внешней политики Республики Беларусь. Стороны регулярно обмениваются визитами на высшем и высоком уровнях, ведется активный межпарламентский диалог, динамично развиваются межведомственные белорусско-китайские контакты. Важной составляющей этого взаимодействия является развитие сотрудничества в инновационной научно-технической сфере. С подписанием в сентябре 2016 г. главами Беларуси и Китая Совместной декларации Республики Беларусь и Китайской Народной Республики об установлении отношений доверительного всестороннего стратегического партнерства и взаимовыгодного сотрудничества, отношения двух стран выходят на качественно новый уровень.

Интенсивно развивается научно-техническое сотрудничество на уровне академий наук обеих стран. Так, в 2002 г. был подписан Меморандум о взаимопонимании между Комитетом по науке и технологиям при Совете Министров Республики Беларусь и Министерством науки и техники КНР в области инновационной деятельности, в 2015 г. подписан Договор о научном сотрудничестве между Национальной академией наук Бе-

ларуси, Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований и Китайской академией общественных наук.

Перспективы научно-технического и инновационного сотрудничества Беларуси и Китая весьма велики. Инновационное сотрудничество стран привело их на новую ступень научного прогресса, которое в свою очередь проявляются в области микроэлектроники, оптических и лазерных технологий, биотехнологий, новых материалов. В целях расширения научно-технического сотрудничества двух стран стороны договорились о возможности утверждения в рабочем порядке дополнительных совместных научно-технических проектов, в результате чего уже утверждены три дополнительных проекта. Анализ совместных проектов за 2014–2018 гг. показывает, что к наиболее перспективным тематическим направлениям совместной научно-исследовательской деятельности относятся, прежде всего, нано индустрия, новые материалы, лазерные технологии, биотехнологии.

Таким образом можно сделать вывод о том, что инновационное сотрудничество Китая и Беларуси является одним из действительно перспективным. Благодаря этому Беларуси открываются новые знания и просторы в сфере научно-технического прогресса.

#### Список использованных источников

1. Перечень субъектов инновационной инфраструктуры Республики Беларусь. [Электронный ресурс] // ГКНТ. – 2017. – Режим доступа: <http://www.gknt.gov.by/opencms/opencms/ru/innovation/inn3/>. – Дата доступа: 22.10.2018.

2. Китайско-белорусский центр коммерциализации инноваций открыт в Минске [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – 2016. – Режим доступа: <http://www.belta.by/society/view/kitajsko-belorusskij-tsentr-kommertsializatsii-innovatsij-otkryt-v-minske-225839-2016>. – Дата доступа: 22.10.2018.

УДК 81.25.651.926

### ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ДЕЛОВОЙ ПЕРЕПИСКИ НА РУССКОМ И КИТАЙСКОМ ЯЗЫКАХ

Чжан Хайжун

Белорусский государственный экономический университет

e-mail: 597456369@qq.com

***Abstract.** The article discusses the structural and semantic differences of business writing in Russian and Chinese. The features of the design of these documents are described. The language and stylistic characteristics of business speech are given. The laws of the selection of language units under the influence of extralinguistic factors are described.*

Деловая коммуникация – неотъемлемая часть нашей жизни. Сегодня отмечается активизация деловых контактов между Республикой Беларусь и Китайской Народной Республикой. Можно с уверенностью сказать, что Китай – один из наиболее важных торгово-экономических партнеров Республики Беларусь.

Одним из главных каналов связи организаций, предприятий, учреждений является деловое письмо. Важность данного типа документов велика. Исследователями установлено, что деловая переписка составляет около 80% от общего объема документов организации. Поэтому можем сказать, что «умение общаться посредством деловых бумаг, осуществлять «правильное» делопроизводство – один из факторов делового успеха» [1, с. 120].

Бесспорно, мир глобализируется и нормы и правила делового этикета разных стран сближаются и становятся более унифицированными. Однако культурные особенности все же сохраняются и их необходимо учитывать. Так, русскому и китайскому деловому письму характерна особая специфика как в формальном, так и в содержательном плане. Цель данной работы – охарактеризовать ключевые особенности деловой корреспонденции на китайском и русском языках.

Структура служебных писем на русском и китайском языках достаточно сложная и неодинаковая. Письма, отправляемые почтой, содержат информацию об адресате, месте и дате написания письма и само обращение. Деловые письма, отправляемые по электронной почте, имеют более простую структуру. Хотя по своему содержанию письма практически не отличаются.

Содержательное наполнение писем схожее, однако в расположении и оформлении элементов отмечаются расхождения. Информация об отправителе включает адрес, наименование организации, контактный телефон, адрес электронной почты, сайт, дату написания письма. Некоторые письма также содержат идентификационный номер налогоплательщика, регистрационный код в соответствии с налоговым органом, регистрационный номер предприятия и номер письма. Наличие логотипа компании в русских письмах присутствует редко, в китайских – оно обязательно (располагается над текстом письма).

Дата написания письма включает в себя число, месяц и год. Для деловых писем эти элементы очень важны, но на китайском и русском языках они оформляются по-разному (например, в русском письме – 01.09.2014 / 1 сентября 2014 г.; в китайском – обратный порядок – 2014.09.01 / могут использоваться арабские цифры 2014年09月01日 / цифры могут быть написаны по-китайски). В китайском письме дата всегда указывается в нижнем правом углу письма.

Вступительная часть письма включает в себя заголовок и приветствие. Заголовок должен отражать основную тему письма. В нем могут быть использованы предлоги *о, об* (*О сроках поставки / Об участии выставке*). Тема письма может опускаться. Вместо нее могут использоваться слова *касательно / что касается*.

Обязательная часть и китайского, и русского письма – обращение. Многообразие обращений, принятых в русскоязычной письменной коммуникации, можно отразить формулой – *Уважаемый (уважаемая) + господин (госпожа) + наименование должности / фамилия* (например, *Уважаемые господа! Уважаемый господин Иванов! Уважаемый Антон Петрович!*). Допускаются сокращения слова *господин / госпожа*: *г-н / г-жа*. Каждое обращение имеет стилистическую окраску. Наиболее общей формулой обращения является обращение по фамилии без имени отчества (*Уважаемый господин (г-н) Петров!*) или с их сокращением (*Уважаемый господин (г-н) В.Н. Петров! Уважаемый господин (г-н) Петров В.Н.!*).

Обращение по имени-отчеству допускается в письмах-приглашениях, поздравлениях, извещениях (*Уважаемый Владимир Николаевич!*). Использование схемы уважаемый + господин + имя отчество ошибочно (*Уважаемый господин Владимир Николаевич!*).

Обращение в китайском деловом письме соответствует другой схеме: Уважаемый + фамилия + имя + чин: (尊敬的+姓名+职位), например, дословное ‘*Уважаемый Чжан (Хайжун) студент*’.

Обращение в китайских письмах заканчивается двоеточием и располагается с левой стороны, без отступления от поля (冒号:). Таким образом подчеркивается уважительное отношение к адресату. В русском же письме обращение чаще находится в центре первой строчки и заканчивается восклицательным знаком.

Правильные обращения могут не только привлечь внимание получателя, но и помочь понять тон письма, координировать и поддерживать деловые отношения между двумя сторонами.

Существенным отличием делового письма на китайском языке является наличие на следующей после обращения строке этикетного *您好 Здравствуйте!* и многочисленных этикетных сочетаний для выражения почтения адресату. В начале письма могут присутствовать *奉候/ 恭请 我们向您表示崇高的敬意 我们向您表示崇高的敬意* *пользуясь случаем, приносим уверения в своем высоком*

уважении; в конце письма – 祝您一切顺利 желаю всяческого благополучия, 祝您万事如意 如意 желаю, чтобы у Вас все шло по вашему желанию. Это соответствует культурным традициям Китая и особенностям деловой коммуникации.

В структуру делового письма входит этикетная заключительная формула. В русском письме используются: *С уважением / Наилучшие пожелания / С наилучшими пожеланиями / С искренним глубоким уважением / С самыми добрыми пожеланиями* и др. В концовку китайского делового письма входят деловые просьбы, предположения, уверения в уважении и пожелания.

В конце письма указывается наименование должности лица, подписавшего документ, имя фамилия, подпись и расшифровка подписи.

Все деловые письма можно разделить на несколько групп в зависимости от содержания и цели (например, запросные письма (оферты), обратные письма (контрофферты) и т.д.). Они могут содержать как несколько бизнес-тем, так и одну. От назначения и цели зависит способ передачи основного содержания и лексическое наполнение.

Основной текст должен быть достаточно подробным (указывается причина написания письма, формулируются конкретные требования, содержится прощение и выражение надежды на дальнейшее сотрудничество). Для этого используются стандартные клише, которые помогают изложить информацию четко, сжато, неэмоционально. Однако стоит заметить, что при написании китайского делового письма, в отличие от русского, языковые конструкции могут быть лексическими единицами разговорного стиля или лексикой, используемой в китайской научной литературе.

Можем сделать вывод, что структура и наполнение китайского и русского делового письма существенно отличаются. Это следует учитывать при составлении данных документов и их переводе.

#### Список использованных источников

1. Спивак, В.А. Документирование управленческой деятельности (Делопроизводство). – СПб.: Питер, 2005. – 240 с.

УДК 37.014.25

### СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ОПЫТ УНИВЕРСИТЕТА ХЭСИ И БГЭУ

Чэнь Жунянь

Белорусский государственный экономический университет  
e-mail: 654266933@qq.com

*Abstract.* In this article, on the example of cooperation between the Hesy Universities and BSEU, the implementation of the educational process in the network form of education is considered. Attention is focused on the features of training in two countries, emphasizing the advantage of the method of teaching languages in the BSEU.

Заключение соглашений о сотрудничестве в сфере высшего образования между учреждениями образования Республики Беларусь и Китайской Народной Республикой становится веянием времени. Задача предложенного ниже материала – на примере совместной деятельности в сфере оказания образовательных услуг между БГЭУ и Университетом Хэси проанализировать процесс обучения студентов на этапе бакалавриата и вынести начальные сравнительные характеристики.

Стоит отметить, что речь пойдет о сетевой форме реализации образовательных программ, которые создаются по родственным специальностям. Так, в данный момент некоторые студенты Университета Хэси обучаются по модели «2+1+1»: китайские студенты два года изучают дисциплины в своем университете по программе «Русский

язык», затем на один год приезжают в БГЭУ для продолжения обучения на третьем курсе ФМБК и завершают обучение у себя в стране.

На какие явно заметные отличия в системе высшего образования в целом и обучения в принципе можно указать? Прежде всего, хочется заметить, что по состоянию на 31 мая 2017 года в ведомстве Министерстве образования КНР насчитывалось 2914 национальных высших учебных заведений, в том числе 2631 общеобразовательное заведение (включая 265 независимых колледжей) и 283 взрослых высших заведения, плюс 43 военных академии. Акцентирую внимание на том, что есть 144 университета, в которых учатся по специальности «Русский язык» (и это, не включая ситуаций Тайваня, Гонконга и Макао). В Китае по состоянию на начало 2010-х годов высшее образование можно было получить тремя путями – поступить на бакалавриат (4 года обучения), в профессиональный вуз (4 года обучения) или в 2-годичный специализированный вуз. При этом на следующую ступень (магистратура 2 года) может поступить только бакалавр. После магистратуры можно было поступить в 3-годичную докторантуру.

В Республике Беларусь студенты вузов могут получать академические степени бакалавра и магистра. Выпускники вузов могут продолжить обучение и получить послевузовское образование, поступив в аспирантуру и затем в докторантуру. Кроме того, возможно прохождение курсов переквалификации и получение второго высшего образования. Как видно, система получения высшего образования КНР и РБ имеет определенное сходство, при этом есть различия в форме организации образовательного процесса. Попробуем представить их в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Сходство и различия высшего образования КНР и РБ

Разница	Университет Хэси	БГЭУ
Год создания университета	1941	1933
Компетентный орган	Правительство Провинции Ганьсу	Министерство образования Республики Беларуси
Численность корпусов	9	9
Численность преподавателей	924	около 1000
Численность студентов	больше 20 000	около 16 000
Численность факультетов	18	12
Численность специальностей бакалавриата	59	56
Рабочий день	с понедельника по пятницу	с понедельника по субботу
Продолжительность одной пары	100 минут (с перерывом 10 минут)	80 минуты (без перерыва)
Время обеда	12.00-14.30 (весь университет отдыхает)	12.35-13.05
Численность студентов, изучающих язык, в одной группе	обычно больше 20 чел., иногда больше 30 чел.	не больше 10 чел.
Библиотека	одно отдельное большое здание	внутри учебного корпуса
Университетская стена (КАМПУС)	есть. На территории университета находятся учебные здания, общежития и дома, где живут преподаватели	нет. Здания расположены в разных местах

Также стоит отметить, что в университете Хэси общежития и учебные корпуса находятся вместе внутри университетской стены (кампуса), таким образом, студентам удобно ходить на занятия. И еще один нюанс: в университете Хэси студенты получают учебники в собственность и могут сохранить для себя навсегда – возможно в будущем они им еще понадобятся.

При всем внешнем различии, хочется отметить, что для изучения иностранного языка система и методика, используемая в БГЭУ, лучше, чем методика Университета Хэси. В университете Хэси на уроках русского языка преподаватель физически не может обратить внимание на каждого студента, потому что группа большая, из-за этого студенты мало говорят по-русски. Система обучения БГЭУ как раз способствует проявлению личных способностей студента, развитию его языковых умений и навыков, дает возможность каждому показать себя индивидуально.

УДК 81.25.651.926

## DISYLLABIFICATION AS PREREQUISITE FOR COMPOUND AND DERIVED MODERN CHINESE WORDS

Chen Ting

Минский государственный лингвистический университет

E-mail: chenting5366@163.com

**Abstract.** *In this paper the author reviews the modern ways of word-formation in Chinese and argues drawing upon the analyses by Feng (2001) and Shi (2002) that different types of word-compounding and affixation in Modern Chinese became possible to a great extent due to the phonetic changes of disyllabification that preceded or went alongside the word-formation processes in the Classical Chinese.*

The vocabulary of Modern Chinese is rich and quite various from the point of view of the word-building means.

First of all, the words there are created by various types of *compounding* – the most ancient, productive and active way of word-formation, which according to Grandi [2, p. 80] defines compound constituents as “two or more forms which, according to the judgment of native speakers, have lexical autonomy (...)”. Compounds of various types are so widespread in Modern Chinese that it is very often called the language of compounds words.

The second most productive word-formation process in Modern Chinese is *affixation* which like affixation in English [7, p. 58] diachronically originates from compounding. Affixation in Chinese, like in many Indo-European languages, is divided into *prefixation* (e.g., 老 [lǎo] ‘old’: 老大 [lǎodà] ‘older brother’; 老二 [lǎoèr] ‘second old brother’; 老师 [lǎoshī] ‘teacher’) and, which is more characteristic of Chinese, *suffixation* (e.g., 回 [-huí] ‘back’: 推回 [tuīhuí] ‘push back’, 跑回 [pǎohuí] ‘run back’, 撤回 [chèhuí] ‘withdraw’).

There are also numerous cases of *contraction* (e.g., 彩色照片打印 [cǎisè zhàopiàn dǎyìn] ‘print chromophotograph’ → 彩印 [cǎiyìn] ‘print chromophotograph’), *reduplication* (姐姐 [jiějiě] ‘older sister’, 往往 [wǎngwǎng] ‘often’), and *transposition* (花费 [huāfei] (v) ‘spend’ → 花费 [huāfei] (n) ‘expenditure’).

All these compound and derived words have more than one syllable in Modern Chinese which is predominately a disyllabic language today. However, the Classical Chinese (— 220 AD) was predominately a monosyllabic language from the phonetic point of view, and monomorphic from morphological point of view.

The development of the Chinese language went from a monosyllabic language through a process of **disyllabification**, i.e., went through the development of the typical word-form from monosyllabic to disyllabic.

There are two main reasons for disyllabification: the ‘functional explanation’ and the ‘phonological explanation’.

According to *the functional explanation* [4, p. 265-266], in the transition from a primitive society to a feudal one, the development of the society required richer and still richer vocabulary to name various new concepts of things and phenomena, and already in that period the monosyllables could not fulfill the social demands. That is why two-syllable words were derived by compounding of two monosyllabic Chinese words. However, this word formation process was prepared by phonological changes there.

*The phonological explanation* for disyllabification was presented by Feng Shengli.

“Two-syllable (compound) words in Classical Chinese appeared in large numbers during the Han dynasty (202 BC—220 AD) because of the advent of a disyllabic prosodic foot structure during that period” [1].

In order to better understand the phonological reasons for this change, some information about the key terms there, i.e., the terms *bimoraic*, *foot* and *the simplification of syllable structure* should be given.

**Bimoraic** is a syllable having two morae, i.e., either two short vowels, or one long vowel, or a diphthong.

**Foot** is the term used to describe the rhythmic structure of a disyllabic word. The syllable is more prominent than the other syllable, it is *the head* of the syllable.

Foot formation rule: a standard foot must be formed by at least two syllables.

In the standard prosodic word system, the monosyllable cannot make a foot. The natural foot denies the independence of monosyllables [5, p. 220].

**Simplification of syllable structure:** in the transition from Ancient Chinese to Middle Chinese the minimal syllable becomes CV (consonant-vowel), *having only one mora, and the bimoraic foot is no longer possible*. Words made of one minimal syllable only cannot constitute a foot any longer, and the new model for a foot (and, therefore, a prosodic word) is a two-syllable combination [1, p. 228].

From the above analysis we can see the relationship between a foot and a syllable: the syllable reduction lead to the disyllabic feet, therefore the Foot Formation Rule must apply chronologically after the loss of final consonant clusters in Old Chinese.

Disyllabification made possible a more diverse word formation in the Chinese language.

As the Chinese linguist 吕叔湘 Lv Shuxiang pointed out that “there are two main methods in disyllabification: 1) adding a word in front or after a monosyllable word without changing its meaning; 2) putting two monosyllables with the same or similar meaning together to make a disyllabic word” [6].

The first method that he described is actually **derivation**. Lin Hua named the added part – ‘*dummy affix*’ [3, p. 82]. It is a suffix void of meaning, which is added to a bound morph belonging to any word class to form a noun and to lend it a metrical support, such as -子[zi], -头[tou].

The fact that a monosyllable needs extra ‘sound support’ (see Guo 1985), indicates that a monosyllable is not heavy enough prosodically to act as an independent foot needed to realize the stress. Therefore, the use of ‘sound support’ on a monosyllable provides further evidence for the argument that a disyllabic unit constitutes a standard foot.

The conclusion we may draw from the above analyses is that by an interplay of functional and phonological reasons, the simplification of the syllable structure, on the one hand, together with the syllabic foot system, provides an endless force to advance the tendency to disyllabification. The process of disyllabification provides a favourable condition to the emergence of derivative words. More and more monosyllabic words transformed into two- or even polysyllabic words, and correspondingly more derivative words were produced.

## Literature

1. Feng, Shengli: Prosodic structure and compound words in Classical Chinese. New Approaches to Chinese Word Formation, Berlin, New York: Mouton de Gruyter, 1998. – Pp. 197-260.
2. Giorgio Francesco Arcodia: Chinese: A Language of Compound Words? Selected Proceedings of the 5th Décembrettes: Morphology in Toulouse, MA: Cascadilla Proceedings Project, 2007. – Pp. 79-90.
3. Lin Hua: A Grammar of Mandarin Chinese. München: Lincom Europa, 2001. – 201 p.
4. Packard Jerome L.: The morphology of Chinese: A linguistic and cognitive approach. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 335 p.
5. Pengyuan Liu: Chinese Lexical Semantics. 14th Workshop, CLSW 2013, Zhengzhou, China, May 10-12, 2013. – 718 p.
6. 吕叔湘: 现代汉语单双音节问题初探. 中国语文 [J] 1963 年第 1 期, 第 22 页
7. Кубрякова Е.С. Что такое словообразование. – М.: 1965. – 78 с.

УДК 339.56.055

### ДИНАМИКА И СТРУКТУРА ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ БЕЛАРУСИ И КИТАЯ

Шпаковская И.С.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: i\_shpakouskaya@mail.ru

***Abstract.** Belarus and China have long and fruitful cooperation in various fields. Foreign trade between countries plays an important role in this cooperation. The article deals with the export-import relations between Belarus and China, namely their structure and dynamics. The main groups of goods that occupy the largest share in the foreign trade relations of the countries are given. It is concluded in what directions the further development of foreign trade between Belarus and China is possible.*

Двусторонние отношения Беларуси и Китая начали развиваться 20 января 1992 г., когда были установлены дипломатические отношения между странами. С 1994 года действует постоянный двусторонний координационный орган – Белорусско-китайская комиссия по торгово-экономическому сотрудничеству. С самого начала и все последующие годы белорусско-китайские отношения развивались последовательно, стабильно и системно, ни разу не омрачившись каким-либо непониманием или серьезной проблемой. С 1992 по 2017 г. ежегодный объем торговли между странами вырос с 40 млн. до 3 млрд. дол. США.

В 2017 году товарооборот вырос почти на 20% (3,1 млрд. долларов) по сравнению с 2016 годом, однако в структуре товарооборота Беларусь-Китай по-прежнему большое смещение в сторону импорта (88,3% от общего товарооборота). К тому же импорт товаров из Китая вырос на 28,8%, а белорусский экспорт продемонстрировал снижение практически на 15%. При этом отрицательное сальдо в пользу Китая по итогам года выросло почти на 30% по сравнению с 2016 г. (-2,381 млрд. долларов).

В последние годы в структуре внешней торговли между странами не происходило значительных изменений. В белорусском экспорте преобладают следующие виды товаров:

1. Калийные удобрения (246 млн. долларов). Это основная экспортная позиция в Китай. В зависимости от периода, поставки калийных удобрений занимают в общем объеме экспорта в эту страну белорусской продукции 60-70%. Экспорт в Китай осуществляет «Белорусская калийная компания», имеющая представительство в Китае.

2. Полиамиды (45,3 млн. долларов). Полиамиды имеют широкий спектр применения (машиностроение, медицина, авиационная и текстильная промышленность), что позволяет рассчитывать на стабильный спрос на различных рынках. Это подтверждается динамикой экспорта данной группы товаров. Китай является для Беларуси крупнейшим покупателем, на его долю приходится треть всех экспортных поставок полиамидов в 2017 году.

3. Изделия из камня или других минеральных веществ (7,8 млн. долларов). Основной объем поставок по данным товарам приходится на углеродный войлок. Он используется в производстве солнечных панелей для теплоизоляции. Крупнейшим производителем солнечных панелей в мире является Китай, у него есть собственные производства углеродного войлока, однако в отдельных случаях используется белорусская продукция.

4. Носители информации (5,5 млн. долларов). Основной объем поставок по данной группе товаров приходится на несколько разновидностей дисков для лазерных считывающих систем. Сотрудничество Беларуси и Китая в этом направлении началось относительно недавно – лишь в 2012 году.

5. Лен-сырец или лен обработанный (5,4 млн. долларов). Беларусь постепенно снижает экспорт этой продукции, чтобы более полно загрузить Оршанский льнокомбинат и затем поставлять уже готовые товары из льна.

Большую роль в экспорте в Китай также играют электронные и интегральные схемы, необработанные лесоматериалы, кожа, молочная сыворотка и шерсть.

Завершая рассмотрение экспорта, можно сделать вывод о том, что большую долю в нем играют товары с низкой добавленной стоимостью. По многим из приведенных групп товаров экспорт снижался либо оставался неизменным, что и повлияло на общее снижение экспорта в 2017 году по сравнению с 2016 годом.

Структура ввозимых в Беларусь товаров выглядит следующим образом:

1. Аппаратура связи и части к ней (267,1 млн. долларов). Беларусь импортирует мобильные телефоны, коммуникационное оборудование для беспроводной связи и беспроводные телефоны. На Китай приходится 2/3 от общего объема импорта мобильных телефонов. Пик поставок мобильных телефонов приходится на декабрь, что может быть связано с новогодними праздниками.

2. Вычислительные машины для автоматической обработки информации (111,4 млн. долларов). В основном это ноутбуки различных модификаций, системные блоки и беспроводные устройства ввода-вывода информации. Из 290 тысяч ноутбуков, ввезенных в Беларусь в 2017 году, 85% было ввезено из Китая.

3. Части и принадлежности для автомобилей и тракторов (110,4 млн. долларов). К этой группе относится широкий перечень запчастей для автомобильной техники. Наиболее крупные составляющие – тормоза, амортизаторы подвески, коробки передач.

Наблюдаемый рост импорта в 2016 году может быть связан с активизацией производства легковых автомобилей под торговой маркой Geely в Беларуси. Кроме того, из Китая официальные дилеры поставляют лицензированные запчасти для легковых машин. С учетом ожидаемого дальнейшего увеличения производства легковых автомобилей в Беларуси рост импорта по данной позиции гарантирован.

4. Железнодорожные локомотивы электрические (99,2 млн. долларов). Весь объем поставок данной продукции осуществлен в рамках трехстороннего сотрудничества между Китайской компанией по экспорту и импорту электрооборудования, Датунским электровозостроительным заводом и Белорусской железной дорогой. Дальнейшее сотрудничество будет зависеть от потребности в модернизации парка оборудования.

5. Металлоконструкции из черных металлов (59 млн. долларов). Данная группа товаров предполагает широкую номенклатуру поставляемых товаров: от листов и прутков, используемых в металлоконструкциях, до мостов, секций и решетчатых мачт, используемых для установки оборудования для сетей связи GSM. Активизация поставок в 2016-2017 гг. может быть связана со строительством индустриального парка «Великий камень».

Высокую долю в импорте Республики Беларусь также имеют такие товары как ткани из синтетических комплексных нитей, детали к принимающей и передающей аппаратуре, чулочно-носочные изделия, соединения, содержащие атомы азота.

Как показано выше, из Китая Беларусь импортирует высокотехнологичное оборудование с высокой добавленной стоимостью. Динамика повышения импорта будет продолжать расти, так как многие белорусские производители зависят от поставляемых товаров.

Делая общий вывод об внешнеторговых отношениях Беларуси и Китая, можно заключить, что общий объем внешней торговли между странами вырос, это было связано со значительным повышением импорта и снижением экспорта. Большую долю в экспорте занимают товары с низкой добавленной стоимостью, в то время как импорт состоит в основном из высокотехнологичных изделий. Следовательно, в последующие годы сохранится и, возможно, увеличится отрицательное сальдо внешнеторговых отношений Беларуси с Китаем, так как зависимость белорусских предприятий от импорта из Китая довольно высока.

УДК 331.1

## **К ВОПРОСУ О ТРУДОВОЙ МОТИВАЦИИ И СОВРЕМЕННЫХ МОТИВАЦИОННЫХ ИНСТРУМЕНТАХ**

*Щербакова Е.О.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: pavlovich.k.o@gmail.com*

***Abstract.** The article deals with the problems and the questions of stimulation and labor motivation of employees and the importance of various motivational tools in modern condition.*

В результате четвертой промышленной технологической революции мировая экономика переходит на новые цифровые форматы и каналы информации, конфигурация которых претерпевает значительные модификации вследствие научно-технологических трансформаций и социально-экономических эффектов информатизации и цифровизации. В новом цифровом мире движущей силой являются ценности, создаваемые знаниями, носителями которых выступают трудовые ресурсы (квалифицированные кадры и креативные специалисты), а их готовность выполнять свою работу становится ключевым фактором функционирования любой организации. Происходящие глобализационные процессы, растущая международная конкуренция на мировых рынках обуславливает необходимость высокой эффективности национальных предприятий и белорусской экономики в целом. Ввиду формирования нового технологического уклада происходят изменения социально-трудовых отношений, меняются стимулы и мотивация к труду, и как следствие, возрастает потребность в разработке новых способов мотивации персонала.

Для повышения эффективности управления и производства на всех уровнях народного хозяйства необходимо понимать мотивы и потребности человека, а также правильно использовать стимулы к труду. Мотивация является одним из самых действенных инструментов воздействия на деятельность работника, в том числе и на социально-психологический климат в трудовом коллективе и представляет собой совокупность внутренних и внешних движущих сил, которые побуждают человека к деятельности, задают границы и формы деятельности и придают этой деятельности направленность, ориентированную на достижение определенных целей [2].

Влияние мотивации на поведение человека зависит от множества факторов, во многом индивидуально и может меняться под воздействием обратной связи со стороны деятельности человека. Что касается трудовой мотивации, то ее можно характеризовать как процесс стимулирования отдельного исполнителя или группы людей к деятельности, направленный на достижение целей организации, к продуктивному выполнению принятых решений или намеченных работ.

В современных условиях, трудовые ресурсы рассматриваются как элемент производительных сил, обладающий определенными навыками и умениями, применяемыми

ими в процессе трудовой деятельности, но и как система творческих и индивидуальных характеристик, поэтому внимание все больше уделяется формированию действенной системы мотивации и стимулирования производительного и творческого труда через удовлетворение потребностей.

Современные мотивационные инструменты включают в себя комплекс материальных и нематериальных стимулов, которые представляет собой систему мотивации трудовых ресурсов организации, целью которой является обеспечение качественного и производительного труда работников, привлечение и удержание наиболее талантливых специалистов, раскрытие личностного потенциала отдельного работника [1].

Материальным стимулом мотивационного процесса является личный финансовый доход, поскольку взаимосвязь между получаемым материальным вознаграждением и достигнутым результатом является мощным стимулом к более производительному труду. Однако многие специалисты считают, что оплату труда нельзя рассматривать в качестве мотивационного инструмента, поскольку это компенсация за труд, т.е. за выполнение работниками своих служебных (трудовых) обязанностей.

Сегодня все больше компаний обращают внимание на инструменты нематериальной мотивации персонала. Чтобы выстроить работающую систему мотивации, необходимо учитывать потребности всех сотрудников коллектива, поскольку у каждого сотрудника есть свои основные потребности, которые зависят от личности и от жизненных обстоятельств на данный момент и постоянно меняются с течением жизни и внешних факторов [3].

К группе нематериальных стимулов относят:

1. карьерные перспективы (движение по карьерной лестнице – это то, что все еще мотивирует людей);
2. развитие личностных качеств, развитие талантов (Talent Management), т.е. выявление ключевых позиций разного уровня и развитие сотрудников, наиболее способных их занять, поддержание самомотивации у сотрудников);
3. возможность признания и одобрения;
4. позитивная рабочая атмосфера.

Таким образом, трудовая мотивация является одним из важнейших факторов продуктивной работы, поскольку формирует основу трудового потенциала работника. Универсальных форм мотивации не существует и только сочетание всех мотивационных инструментов позволит выработать определённый мотивационный механизм использования трудовых ресурсов.

#### **Список использованных источников**

1. Бурмистров А.Н. Какие методы повышения мотивации персонала являются наиболее действенными? / А.Н. Бурмистров, Н.В. Газенко // Управление персоналом. – 2002. – № 7. – С. 48-49.
2. Трапицын С.Ю. Мотивация персонала в современной организации: Учебное пособие / Под общ. ред. С.Ю. Трапицына. – СПб: ООО «Книжный Дом», 2007. – 240 с.
3. [Electronic resource]. – Mode of access: [<https://www.clientbridge.ru/blog/instrumenty-motivatsii/>]. – Date of access: 17.10.2018.

**НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.  
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. РОБОТЕХНИКА.  
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»**

УДК 519

**ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ УРОВНЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ**

*Абдыев А.Д., Гундина М.А.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: maryanatolevna@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрена методика построения стереографической проекции при решении задачи об аппроксимирующей поверхности уровня радиоизлучения, фиксируемого на поверхности Земли.

**Ключевые слова:** стереографическая проекция, уровень радиоизлучения, сфера.

**CREATION OF RADIO EMISSION LEVEL**

*M.A. Hundzina, A.D. Abdyev*

*Belarusian National Technical University*

*e-mail: maryanatolevna@mail.ru*

**Abstract:** The method of constructing a stereographic projection is considered, when solving the problem of approximating the surface of radio emission level, fixed on the surface of the Earth.

**Keywords:** stereographic projection, radio emission, sphere.

Пусть  $\lambda$  – долгота,  $\varphi$  – это широта в геоцентрической системе координат. Известно, что широтой называется угол между радиус-вектором и плоскостью экватора. Долгота есть угол между плоскостью, проходящей через заданную точку, осью вращения и плоскостью меридиана, принятого в качестве нулевого. Связь между сферической системой и глобальной декартовой системой определяется по следующим формулам:

$$x = R \cos \varphi \cos \lambda, \quad (1)$$

$$y = R \cos \varphi \sin \lambda, \quad (2)$$

$$z = R \sin \varphi, \quad (3)$$

где радиус  $R = 6371$  км. Запишем канонические уравнения прямой, проходящей через точки  $Z_0(0, 0, R)$ ,  $M_0(x_0, y_0, z_0)$  (рисунок 1):

$$\frac{x-0}{x_0} = \frac{y-0}{y_0} = \frac{z-R}{z_0-R}. \quad (4)$$

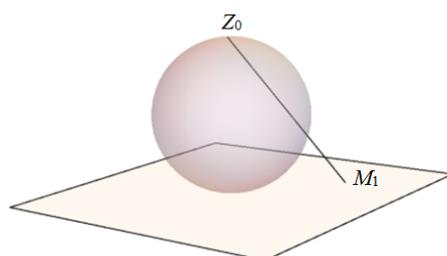


Рисунок 1 – Прямая, проходящая через точки  $Z_0, M_1$

Рассматривается плоскость, которая задана уравнением:

$$z = -2R. \quad (5)$$

Уравнение прямой  $Z_0M_1$  запишем в виде параметрических уравнений:

$$x = x_0t, \quad (6)$$

$$y = y_0t, \quad (7)$$

$$z = R + (z_0 - R)t. \quad (8)$$

Тогда координаты точки  $M_1$ :

$$M_1 = \left(-\frac{3R}{(z_0 - R)}x_0, -\frac{3R}{(z_0 - R)}y_0, -2R\right). \quad (9)$$

Запишем пользовательскую функцию в компьютерной системе, которая каждой точке на сфере поставит в соответствие точку на плоскости:

$$f[x_-, y_-, z_-; I_-] := \left\{x + \frac{(-2R - z_-)}{z_- - R} \cdot x_-, y + \frac{(-2R - z_-)}{z_- - R} \cdot y_-, -2R; I\right\}. \quad (10)$$

Рассмотрим задачу об определении уровня радиоактивного излучения, фиксируемого на поверхности Земли.

Тогда каждой точке на сфере можно поставить в соответствие множество чисел: координата по  $x$ ; координата по  $y$ ; координата по  $z$ ; значение уровня радиоактивного излучения. Тогда точка  $M_0$  будет иметь следующие координаты:

$$M_0(x_0; y_0; z_0; I_0), \quad (11)$$

где  $(x_0; y_0; z_0)$  описывает текущее положение точки в декартовой системе координат; параметр  $I_0$  определяет уровень излучения.

Поддействуем на координаты точки  $M_0$  функцией  $f[x, y, z; I]$ . Тогда результат будет определять текущее положение точки на соответствующей плоскости. Для построения графика поверхности радиоизлучения, опустим перпендикуляр на плоскость в точку  $M_1(x_{M_1}; y_{M_1}; z_{M_1})$ . На этом перпендикуляре от точки  $M_1$  отложим отрезок длиной  $I_0$  (рисунок 2).

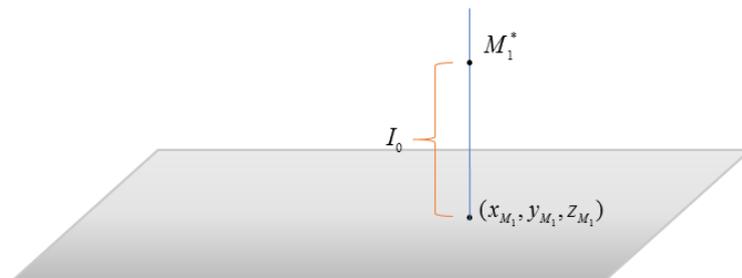


Рисунок 2 – Построение точки  $M_1^*$

Точка  $M_1^*$  будет лежать на поверхности, описывающий уровень радиоизлучения, фиксируемой на поверхности Земли.

Рассмотрим для примера шесть расположенных на удалении друг от друга обсерваторий, фиксирующих уровень радиоизлучения. Точка  $M_1^*$  имеет координаты  $M_1^*(x_{M_1}; y_{M_1}; z_{M_1} + I_0)$ . Если числовые значения  $z_{M_1}$  и  $I_0$  имеет размерность, отличающуюся на порядок, тогда требуется для удобства обезразмеривание величины  $I_0$ .

Функция:

$$f2[x_-, y_-, z_-] := \left\{ x + \frac{(-2R - z)}{z - R} \cdot x; y + \frac{(-2R - z)}{z - R} \cdot y; -2R + I \right\}. \quad (12)$$

Поставит в соответствие каждой точке на сфере точку на поверхности  $S$ , соответствующей уровню радиоизлучения.

Применяя функцию  $f2$  к массиву точек, получим шесть точек на поверхности  $S$ . Затем строим поверхность, которая проходит через множество точек  $M_i^*$ ,  $i = \overline{1,6}$ . Аппроксимирующая поверхность можно построить с помощью вейвлет-преобразования.

Полученная поверхность позволяет определить уровень радиоизлучения в промежуточных точках между обсерваториями.

УДК 330

## РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Виничук О.Н

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

филиал МРК

e-mail: memory1703@gmail.com

***Abstract.** Today it is quite difficult to choose a decent photo editor. There are various ways to customize from desktop versions to online versions. Each is convenient in its own way and not at the same time. Good quality image processing can affect both temporal characteristics and computer memory. Therefore, when developing this web application, first of all I would like to speed up the processing of good quality images, namely large images.*

На сегодняшний день достаточно сложно выбрать достойный фоторедактор. Существуют различные способы установок от десктоп-версий до онлайн версий. Каждые по-своему удобные и одновременно нет. Обработка изображений хорошего качества может затрагивать как временные характеристики, так и память компьютера. Поэтому, при разработке данного веб-приложения, в первую очередь хотелось бы ускорить процесс обработки изображений хорошего качества, а именно изображений большого объема.

Основные технологии, которые использовались при написании веб-редактора:

- HTML5;
- CSS3;
- JavaScript;
- JQuery;
- EaselJS.

HTML5, CSS3, JavaScript и библиотека JQuery – базовый набор «инструментов» при создании любого веб-приложения. Основной функционал, который отвечает за обработку изображений хранится в библиотеке EaselJS. Библиотека EaselJS была выбрана

не случайно, она облегчает работу с элементом canvas – элемент HTML5, предназначенный для создания растрового двумерного изображения при помощи JavaScript. Данная библиотека состоит из полного иерархического дисплейного списка, а именно набора векторов, используемых для построения изображения на экране; базовой модели взаимодействия и вспомогательных классов для значительного облегчения работы с Canvas. Работать с библиотекой EaselJS очень просто: необходимо определить элемент canvas в HTML и сослаться на него в JavaScript. EaselJS использует концепцию Stage, которая является Container высшего уровня для дисплейного списка (сценой будет элемент canvas). Ниже, на рисунке 1, представлена блок-схема, на которой описан алгоритм подключения и настройки библиотеки EaselJS.

У библиотеки EaselJS имеется класс Graphics, который предоставляет легкий в использовании API для создания инструкций векторного рисунка и прорисовывания их на указанный контекст. Команды очень похожи на те, что используются в обычном Canvas HTML5, а также в EaselJS имеются некоторые собственные команды для работы с Canvas.

В приложении реализованы функции по обработке изображений – фильтры. Данные фильтры реализованы посредством класса Filter. Класс Filter – это базовый класс, от которого наследуются свойства всех остальных фильтров. Фильтры применяются к объектам, которые были помещены в кэш при помощи метода cache. Если объект изменяется, необходимо будет поместить данный объект в кэш снова или использовать updateCache(). Хотелось бы отметить, что фильтры должны быть применены перед помещением в кэш. EaselJS предоставляет ряд предварительно созданных фильтров. Вышеописанный процесс представлен на рисунке 2.

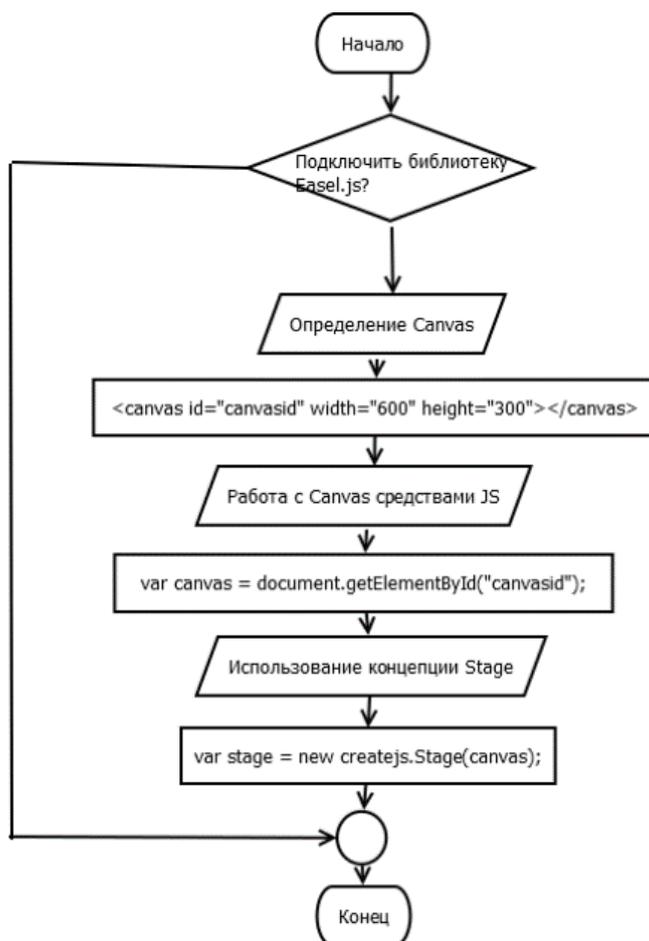


Рисунок 1 – Подключение библиотеки EaselJS.js

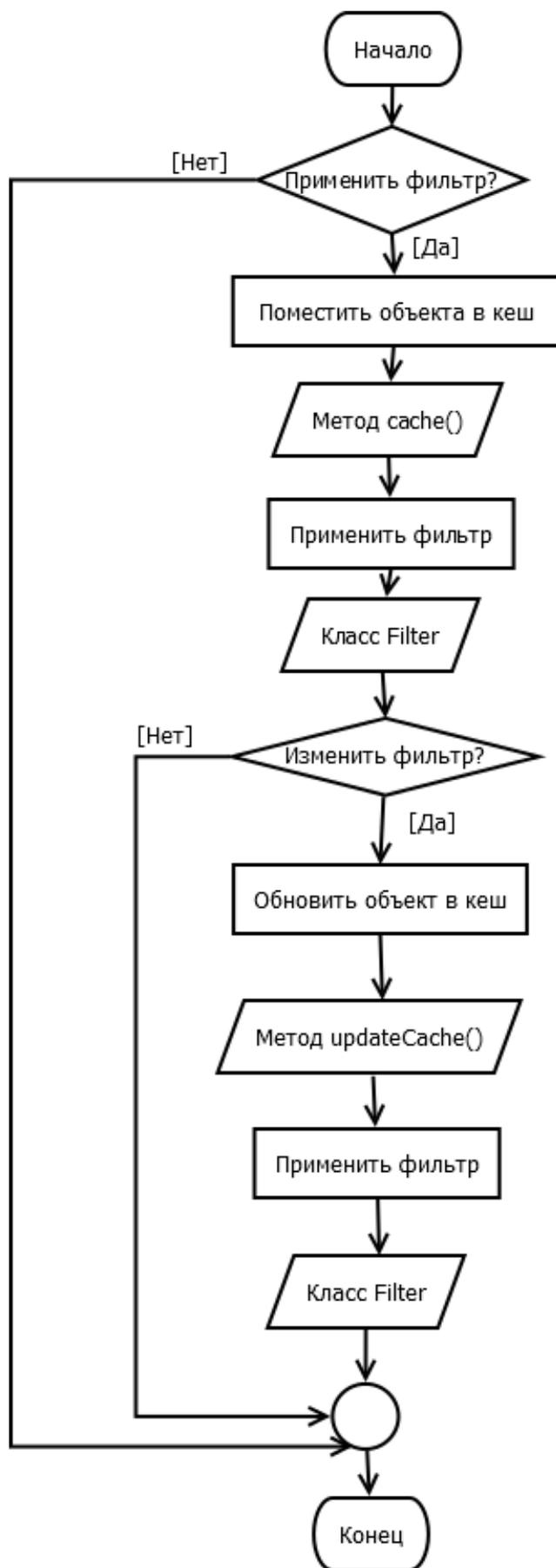


Рисунок 2 – Процесс применения фильтра к изображению

Интерфейс веб-приложения состоит из меню и рабочей области (рисунок 3).

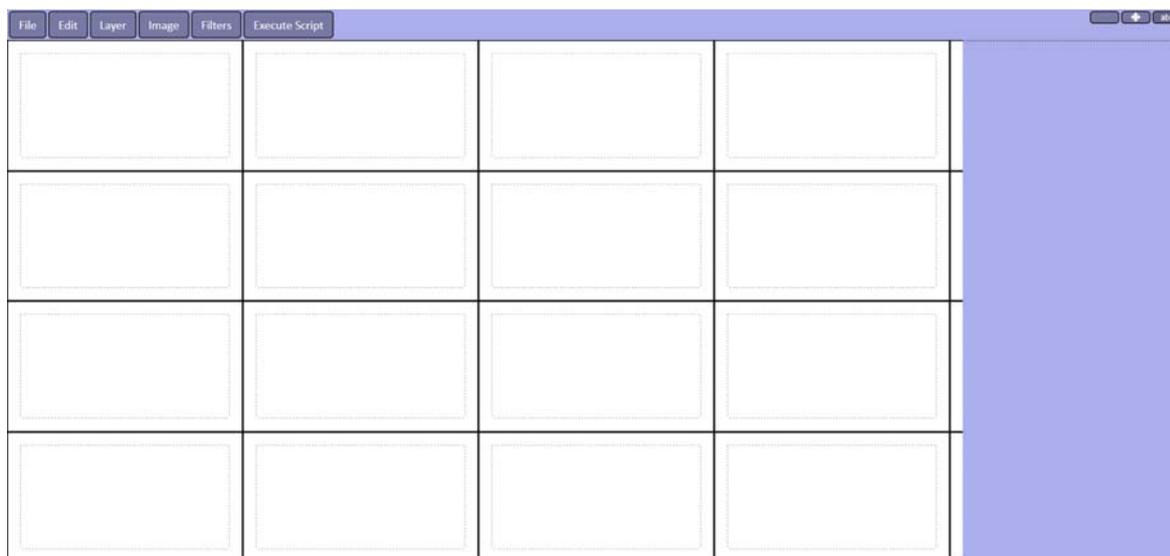


Рисунок 3 – Интерфейс веб-приложения

Справа, при добавлении изображений, отображаются слои (рисунок 4). Если на страницу добавлено сразу несколько слоев, для удобства работы реализованы функции:

- переименовать слой;
- скрыть/показать слой;
- удалить слой.

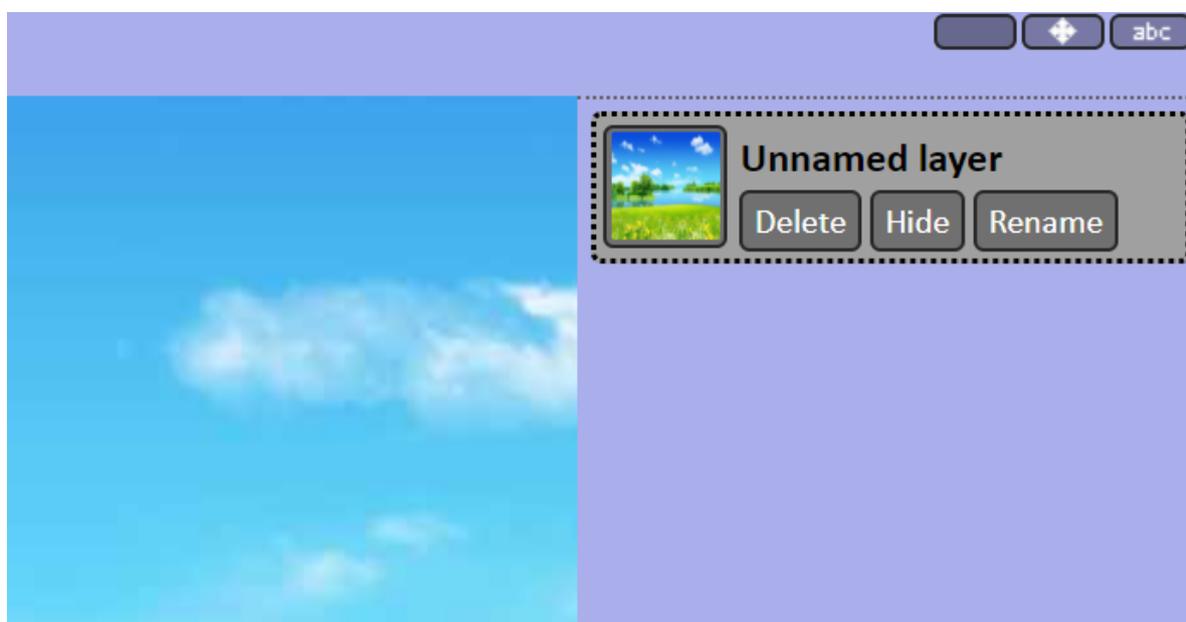


Рисунок 4 – Отображение слоев

С помощью веб-приложения можно легко настроить цвет, размер, яркость изображения. В меню представлены функции трансформирования и обработки изображения:

- Scale – изменение размера слоя/изображения;
- Rotate – поворот слоя/изображения на 2D-плоскости;
- Skew – искажение слоя/изображения;

- Flip vertically – отражение слоя/изображения по вертикали;
- Flip horizontally – отражение слоя/изображения по горизонтали;
- Brightness – изменение яркости изображения;
- Colorify – окрашивание изображения;
- Blur – размытие изображения;
- Gaussian Blur – Гауссовское размытие;
- Emboss – тиснение;
- Sharpen – резкость.

В разработанном веб-приложении встроены самые необходимые функции и методы для редактирования изображения. Можно сказать, что приложение по своим функциям, сравнимо с Photoshop, однако Photoshop потребляет намного больше ресурсов персонального компьютера, чем требуется для запуска веб-редактора. Также основным преимуществом является мобильность веб-приложения, ввиду того, что не требуется дополнительная установка приложения и сторонних программ.

УДК 004.891:004.93

## АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА НА ОСНОВЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Курочка К.С., Панарин К.А., Карабчикова Е.А.*

***Аннотация.** Предлагается алгоритм, позволяющий с использованием сверточной нейронной сети на основе регионов Darknet YOLO осуществлять локализацию позвонков на рентгеновских изображениях с последующим определением геометрических параметров с помощью библиотеки компьютерного зрения OpenCV.*

***Abstract.** Technology that allows to localize vertebrae on X-ray images and then determine geometric parameters using the OpenCV computer vision library in conjunction with the convolution neural network Darknet YOLO based on regions is proposed.*

**Введение.** При диагностике дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника человека на основе рентгеновских изображений требуется проведение оценки медицинским работником значительного числа геометрических параметров, получение которых вручную требует значительных временных затрат и не обеспечивает высокой точности [1]. Таким образом актуальной является задача автоматизации данного процесса.

Основным этапом подобной автоматизации является решение задачи о локализации отдельных позвонков позвоночника человека и оценки их взаимного расположения. Для решения данной задачи различными авторами использовались такие подходы как гистограммы ориентированных градиентов [2] и сверхточные нейронные сети с методом скользящего окна [3, 4], однако данные подходы требуют изображения высокой контрастности, а также обладают значительной ресурсоемкостью.

**Локализация и параметризация позвонков на изображении.** Наличие шумов и побочных объектов на снимках нарушают целостность контуров позвонков, что делает достаточно сложной задачу локализации с использованием таких методов как сегментация и контурный анализ. Для нахождения координат позвонков авторами была использована нейронная сеть на основе регионов Darknet YOLO [5], принцип работы которой состоит в разбиении изображения на фиксированные области, в которых затем происходит поиск наличия объекта. Обнаруженные объекты передаются классификатору, т.е. классификатору передаются лишь фрагменты изображения, гарантированно содержащие объекты, а не все изображение.

В качестве обучающей выборки выступает набор, состоящий из множества изображений позвонков различной степени яркости, четкости, зашумленности и угла наклона. Результатом работы нейронной сети является набор сегментов исходного изображения, соответствующих областям с позвонками.

В ходе анализа снимка необходимо вычислить ряд унифицированных параметров, связанных со структурой, формой и пространственным взаиморасположением отдельных позвонков [6]. Найденные сегменты не позволяют получить признаки и геометрические параметры позвонков, поэтому необходимо разработать дополнительные алгоритмы.

Начальным шагом в решении данной задачи является получение четких границ позвонка и нахождение «ключевых» точек, соответствующих углам позвонка.

Для решения указанной задачи предлагается использовать следующий алгоритм локализации позвонка в каждом найденном сегменте:

1. с целью подавления лишних деталей и шумов на изображении используется размытие по Гауссу (рис. 1а);
2. для выделения структурных элементов границ используется оператор Канни. В результате будет получен набор кривых (рис. 1б);
3. для поиска образующих контур прямых применяются преобразования Хафа (рис. 1в);
4. анализируя взаимное расположение прямых и находя их точки пересечения, будут получены наборы возможных точек – вершин четырехугольника (позвонка) (рис. 1г);
5. при рассмотрении полученных в области вершин наборов точек производится группировка и усреднение до четырех отдельных «ключевых точек» – вершин позвонка и построение по ним контура позвонка (рис. 1д, 1е).

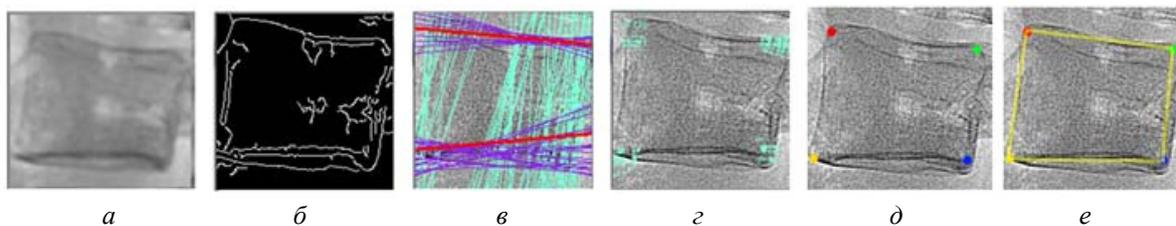


Рисунок 1 – Этапы обработки найденных сегментов с позвонками:  
а – размытие изображения по Гауссу

**Заключение.** В данной работе был получен алгоритм, позволяющий осуществить локализацию местоположения позвонков на рентгеновских снимках поясничного отдела позвоночника и определения их размерных характеристик путем нахождения «ключевых» точек, соответствующих углам позвонков. На основе данных точек могут быть получены все геометрические характеристики позвонков поясничного отдела позвоночника.

В результате тестирования полученного алгоритма на базе из некоторого количества профильных рентгеновских изображений поясничного отдела позвоночника установлено, что в 79% случаев алгоритм успешно находит угловые точки позвонков L2–L5, однако в случае позвонков L1 и S1 наблюдаются значительные отклонения, обусловленные неравномерностью распределения яркости на предоставленных DICOM-изображениях. Среднее время распознавания и обработки одного рентгеновского снимка составляет 8 с.

### Список литературы

1. Рентгенометрический анализ кинематики L4–L5 и L5–S1 позвоночных сегментов в III стадии дегенеративного процесса // Е.Л. Цитко [и др.] / Новости Хирургии, 2015. – Т. 23. – С. 202-208.
2. Automatic vertebra detection in x-ray images / С.М. Daniel [et al.]. // CompIMAGE 06 – Computational Modelling of Objects Represented in Images, 2006.

3. Головки В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. – Кн. 4. – М.: ИПРЖР, 2001. – 256 с.

4. Kurachka K.S., Tsalka I.M. Vertebrae detection in X-ray images based on deep convolutional neural network // 2017 IEEE 14th International Scientific Conference of Informatics. – 2017. – P. 194-196.

5. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection / R. Joseph [et al.]. arXiv preprint arXiv: 1506.02640.

6. Kurachka K, Kamrakou U., Masalitina N. The automated classification system for lumbar spine anatomic elements // Nonlinear Dynamics and Applications, 2017. – Vol. 23. – P. 127-134.

УДК 330.47

## **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Лисок Ю.И., Прозорова М.С.*

*Представительство Акционерной компании с ограниченной ответственностью  
«LABINVESTA LIMITED» (Великобритания) в Республике Беларусь  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: mariya.18.09.1995@gmail.com*

**Abstract.** *Electronic digital signature is an alternative to handwritten signature with full legal force. The main purpose of an electronic digital signature is to confirm the authorship of a particular document and a full guarantee that no changes were made to this document after it was signed. After all, only the owner of an electronic digital signature can make changes to a document signed with such a signature. The opportunities provided by electronic digital signature to users have made it an important component of everyday life ordinary citizens, representatives of companies and government bodies.*

Электронная цифровая подпись представляет собой альтернативу рукописной подписи с полной юридической силой.

Электронная цифровая подпись – это реквизит электронного документа, предназначенный для защиты данного электронного документа от подделки, полученный в результате криптографического преобразования информации с использованием закрытого ключа электронной цифровой подписи и позволяющий идентифицировать владельца сертификата ключа подписи, установить отсутствие искажения информации в электронном документе, а также обеспечивает неотказуемость подписавшегося.

Основное назначение электронной цифровой подписи состоит в подтверждении авторства определенного документа и полная гарантия того, что в этот документ не были внесены изменения после того, как он был подписан. Ведь внести изменения в подписанный такой подписью документ способен только владелец электронной цифровой подписи.

Значение электронной цифровой подписи получается в результате криптографического преобразования электронных данных документа. Для этого используется так называемое асимметричное шифрование, когда для прямого и обратного преобразований используются разные ключи – закрытый ключ электронной цифровой подписи (личный) и открытый ключ электронной цифровой подписи. Электронная цифровая подпись как элемент электронного документооборота функционирует только при задействовании пары ключей.

Закрытый ключ электронной цифровой подписи – уникальная последовательность символов длиной 264 бита. Именно закрытый (личный) ключ позволяет генерировать электронную цифровую подпись и подписывать электронный документ. Владелец обязан хранить свой закрытый ключ в строжайшей тайне, поскольку это важнейшее условие его безопасного использования. Часто закрытый ключ электронной цифровой подписи выдается владельцу сертификата электронной цифровой подписи на флэш-носителе, с которого ключ невозможно скопировать.

Открытый ключ электронной цифровой подписи вычисляется из закрытого ключа электронной цифровой подписи способом, исключающим возможность получения закрытого ключа из открытого. Таким образом, открытый ключ однозначно связан с закрытым ключом электронной цифровой подписи и работает только в паре с ним. Открытый ключ используется для проверки подлинности электронной цифровой подписи.

Если закрытый ключ хранится его владельцем «за семью печатями», то открытый ключ, наоборот, свободно передается по открытым (незащищенным) информационным каналам.

28 декабря 2009 года был принят Закон Республики Беларусь №113-З «Об электронном документе и электронной цифровой подписи», который регламентирует использование электронной подписи в Беларуси. Электронная цифровая подпись дает право полноценно подписывать электронные документы и обращения, подаваемые в Министерство по налогам и сборам Республики Беларусь (например, электронные декларации), таможенные органы, фонды социальной защиты, «Белгосстрах», «Белстат».

В соответствии со статьей 23 Закона Республики Беларусь от 28.12.2009 г. №113-З электронная цифровая подпись предназначена для:

- удостоверения информации, составляющей общую часть электронного документа;
- подтверждения целостности и подлинности электронного документа.

Удостоверение информации, составляющей общую часть электронного документа, осуществляется путем применения сертифицированных средств электронной цифровой подписи с использованием личных ключей лиц, подписывающих электронный документ.

Подтверждение целостности и подлинности электронного документа осуществляется путем применения сертифицированных средств электронной цифровой подписи с использованием открытых ключей лиц, подписавших электронный документ.

Электронная цифровая подпись имеет ряд преимуществ. Использование электронной цифровой подписи позволяет:

- значительно сократить время, затрачиваемое на оформление сделки и обмен документацией;
- усовершенствовать и удешевить процедуру подготовки, доставки, учета и хранения документов;
- гарантировать достоверность документации;
- минимизировать риск финансовых потерь за счет повышения конфиденциальности информационного обмена;
- построить корпоративную систему обмена документами.

Физическим лицам электронная цифровая подпись обеспечивает удаленное взаимодействие с государственными, учебными, медицинскими и прочими информационными системами через интернет.

Юридическим лицам электронная цифровая подпись дает допуск к участию в электронных торгах, позволяет организовать юридически-значимый электронный документооборот и сдачу электронной отчетности в контролирующие органы власти.

Возможности, которые предоставляет электронная цифровая подпись пользователям, сделали ее важной составляющей повседневной жизни рядовых граждан, представителей компаний и государственных органов.

Подделать электронную цифровую подпись невозможно, так как это требует огромного количества вычислений, которые не могут быть реализованы при современном уровне математики и вычислительной техники за приемлемое время, то есть пока информация, содержащаяся в подписанном документе, сохраняет актуальность. Дополнительная защита от подделки обеспечивается сертификацией Удостоверяющим центром открытого ключа подписи.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КОГНИТИВНОГО ОПЫТА СТАРШЕКЛАССНИКОВ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Михайловская В.И.*

*ФПБ Витебский филиал Международного университета «МИТСО»*

*e-mail: Valeryia92@icloud.com*

Теоретическое изучение основных направлений в понимании сущности когнитивного опыта личности позволило выявить, что данный феномен следует рассматривать в рамках содержания образования. В качестве компонентов содержания образования можно выделить: когнитивный опыт личности, опыт практической деятельности, опыт творчества и опыт отношений личности. Когнитивный опыт личности по праву считается основным, поскольку без знаний невозможно ни одно целенаправленное действие.

Когнитивный опыт личности как компонент включает систему знаний о природе, обществе, мышлении, технике, способах деятельности, усвоение которых обеспечивает формирование в сознании учащихся научной картины мира, вооружает диалектическим подходом к познавательной и практической деятельности.

Центром когнитивного развития старшеклассников является становление словесно-логического мышления. В этом возрасте они переходят к высшим уровням абстрактного мышления, способны осознанно овладевать логическими операциями (анализом, синтезом, сравнением, абстрагированием, конкретизацией, обобщением). При использовании компьютерных технологий применение этих операций упрощается, используется наглядный метод восприятия материала.

Компьютерные технологии – это обобщённое название технологий, отвечающих за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров. Если же применить это определение в нашу исследуемую область, то понятие компьютерные технологии включают в себя группу методов и приёмов организации педагогического процесса с использованием компьютера.

Компьютерные технологии развивают идеи программированного обучения, открывают совершенно новые, еще не исследованные технологические варианты обучения, связанные с уникальными возможностями современных компьютеров и телекоммуникаций. Компьютерные (новые информационные) технологии обучения – это процессы подготовки передачи информации обучаемому, средством осуществления которых является компьютер.

Можно говорить о том, что использование компьютерной технологии диагностики и коррекции знаний на уроках способствует более глубокому усвоению учебного материала и более быстрой выработке вычислительных умений и навыков за счет индивидуального и дифференцированного подхода к учащимся, активизации познавательной деятельности и многократного выполнения упражнений. Процесс формирования когнитивного опыта личности будет эффективным, если определены и оптимально грамотно использованы возможности компьютерных технологий в процессе обучения.

### **Список использованных источников**

1. Шушкевич Л.М. Эффективность использования технологии проблемного обучения на уроках информатики / Л.М. Шушкевич // Информатизация образования. – 2001. – №4.
2. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности: учеб. пособие / Смирнов С.Д. – М.: Аспект Пресс, 1995. – 271 с.
3. Радачинская Э.С. Когнитивное развитие школьников // Педагогические технологии. – 2007. – №1. – 61 с.
4. Пиаже Ж. Психология интеллекта / Пиаже Ж. – М.: Педагогика, 1971. – 304 с.

## FORMATION OF THE COGNITIVE EXPERIENCE OF HIGH SCHOOL STUDENTS THROUGH THE USE OF COMPUTER TECHNOLOGY

*Abstract.* Components of the content of education can be identified: the cognitive experience of the individual, the experience of practical activities, the experience of creativity and the experience of personal relationships. The cognitive experience is rightly considered to be the main one because without knowledge, no purposeful action is possible.

The cognitive experience of the individual as a component includes a system of knowledge about nature, society, thinking, technology, ways of activity, the assimilation of which ensures the formation in the minds of students of the scientific picture of the world, equips with a dialectical approach to cognitive and practical activities.

The center of cognitive development of high school students is the development of verbal and logical thinking. At this age, they move to higher levels of abstract thinking, they are able to consciously master logical operations. With the using computer technology, the application of these operations is simplified, using a visual method of perception of the material.

Computer technology is a generic name for technologies responsible for storing, transmitting, processing, protecting and reproducing information using computers. If we apply this definition to our research area, then the concept of computer technology includes a group of methods and techniques for organizing the pedagogical process using a computer.

Computer technologies develop the ideas of programmed learning, open up completely new, still unexplored technological learning options associated with the unique capabilities of modern computers and telecommunications. Computer-based (new information) learning technologies are the processes of preparing the transfer of information to the student, the means of implementation of which is a computer.

It can be said that the use of computer technology for diagnosing and correcting knowledge in the classroom contributes to a deeper learning of educational material and a more rapid development of computational skills and abilities due to an individual and differentiated approach to students, enhancement of cognitive activity and reusable exercise. The process of forming the cognitive experience of the individual will be effective if the capabilities of computer technology in the learning process are identified and optimally used.

### Used sources

1. Shushkevich L.M. The effectiveness of the use of technology of problem-based learning in computer science lessons / L.M. Shushkevich // Informatization of education. – 2001. – №4.
2. Smirnov S. D. Pedagogy and psychology of higher education: from activity to personality: studies. Manual / Smirnov S.D. – Moscow: Aspect Press, 1995. – 271 p.
3. Radachinskaya E.S. Cognitive development of schoolchildren. // Pedagogical technologies. – 2007. – №1. – 61 p.
4. Piaget J. Psychology of Intellect / Piaget J. – M. Pedagogy, 1971. – 304 p.

УДК 004

### ОБУЧАЮЩАЯ ИГРА «ПОИСК ПРЕДМЕТОВ» ДЛЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСОВ GOOGLE

Моисеев В.Э., Игнатович А.В., Карпенко А.Д.

Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова

e-mail: moiseev.valentin@mail.ru

*Abstract.* Educational game "Hidden Objects" for children of primary school age. The game is intended for children of primary school age, as well as those who want to learn English or consolidate

*their initial knowledge of the language. The goal of the game is to improve language skills, as well as to develop fine motor skills and attentiveness.*

Память – это одна из функций психики человека. Существует некоторые факторы, которые позволяют нам лучше запоминать. Один из них желание учиться, то есть мотивация, другой – понимание того, что человек изучает.

Игровое приложение – программа, которая предназначена для организации игрового процесса, связи с партнёрами по игре, или же, сама выступающая в качестве партнёра. Существует огромное множество жанров игр: приключенческая игра, боевик, ролевая игра, стратегическая игра, компьютерные симуляторы, головоломки, образовательные игры, забавы. Игры используются не только на компьютерах, а также на мобильных устройствах, игровых приставках, портативных устройствах и даже на умных часах, и телевизоре.

Современный уровень развития компьютерных технологий позволяет создавать программы, которые обладают неограниченными возможностями, при этом обеспечивают большую достоверность и позволяют перейти на качественно новый уровень проектирования. Поэтому возникла идея создания мобильного приложения, которое может помочь в обучении детей иностранному языку в игровой форме, привычной для них.

Игра предназначена для детей младшего школьного возраста, а также желающих изучить английский язык или закрепить имеющиеся начальные знания языка. Кроме улучшения языковых знаний, программа может быть также использоваться для развития мелкой моторики и внимательности.

В процессе разработки приложения был изучен рынок игровой индустрии, сформулированы требования к программному продукту, разработаны необходимые алгоритмы, проведено тестирование программного продукта, на предмет выявления допущенных ошибок.

Разработанное приложение обладает удобным и понятным интерфейсом, приложение способно сформировать определённый словарный запас и закрепить знания английского языка у пользователя.

Ознакомиться и скачать приложение можно в Google Play Store: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.BotProduct.FirstWords>. Приложение имеет интуитивно понятный интерфейс, в котором разберётся любой пользователь. Пример выбора уровня представлен на рис. 1, а сам игровой процесс представлен на рис. 2.

Обучающая игра внедрена в сервис игровых приложений Google Play и активно используется среди пользователей Android-устройств.

Созданная версия программы является тестовой. В дальнейшем планируется расширение функциональных возможностей разработанного приложения в следующих направлениях:

- увеличение количества уровней;
- расширение списка изучаемых языков;
- внедрение полной аудио поддержки;
- усложнение уровней путём добавления различных ограничений.



Рисунок 1 – Выбор уровней

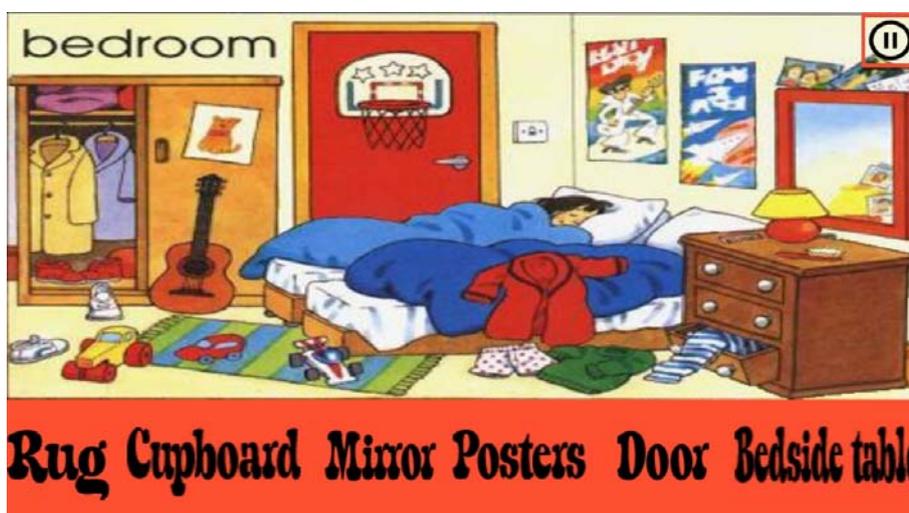


Рисунок 2 – Один из уровней

УДК 007.5

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ JAVA FRAMEWORK FOR ROBOTINO

Науменко А.М., Казаков В.Е., Замжицкий О.Г.

Витебский государственный технологический университет

e-mail: [andrew.navumenka@gmail.com](mailto:andrew.navumenka@gmail.com)

**Abstract.** In the world of robots are increasingly used. The actual direction is development of the software for control of robots of languages of high level. Java Framework for Robotino software has been developed to solve this problem. Confirmed the effectiveness of the program, as the University team won the gold medal (1st place) in the category “Mobile robotics” in the competition “WorldSkills Belarus 2018”.

В современном мире роботы находят все более широкое применение, заменяя человека на производстве и в быту. Мобильные роботы становятся базой для построения устройств, выполняющих различные задачи и обладающих широким функционалом. Актуальным направлением является разработка программного обеспечения, позволя-

ющего формировать программы управления роботами различной сложности на языках высокого уровня.

Для решения данной задачи разработано программное обеспечение Java Framework For Robotino, позволяющее создавать пользовательские сценарии различной сложности и модули на основе готовой архитектуры, взаимодействовать с роботом при помощи упрощенного интерфейса сервисов, использовать в сценариях внешние библиотеки. Разработаны модули управления исполнительными механизмами роботами:

- аналоговыми датчиками;
- цифровыми датчиками;
- инфракрасными датчиками расстояния;
- датчиками кромки обнаружения контакта;
- манипулятора;
- схватом;
- электроприводами;
- лазерным сканером;
- одометрией;
- системы позиционирования.

Для организации эффективного управления роботом разработан интерфейс пользователя, позволяющий контролировать состояния датчиков и исполнительных механизмов робота, осуществлять запуск и редактирование разработанных сценариев. Внешний вид интерфейса показан на рисунке 1.

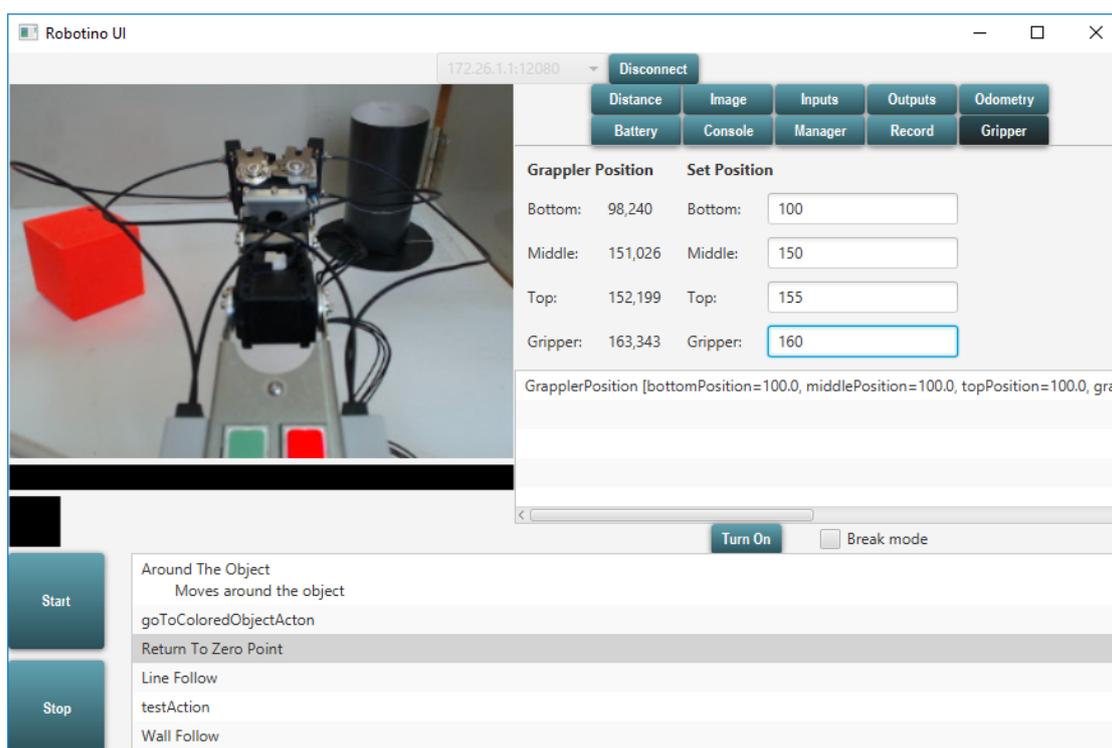


Рисунок 1 – Внешний вид пользовательского интерфейса Java Framework For Robotino

Разработанное программное обеспечение применялось при подготовке команды университета для участия в III Республиканском конкурсе профессионального мастерства “WorldSkills Belarus 2018”. На основании требований конкурса разработана программа управления и реализовано:

- функционирование в различных форматах управления:
- а) в автономном режиме управления;

б) в режиме дистанционного управления оператором, не имеющим прямой видимости робота и системы управления объектами;

в) в режиме дистанционного управления оператором при нахождении робота и системы управления объектами в зоне прямой видимости;

– возможность распознавания типа и цвета «контейнеров с мусором»;

– распознавание QR-кодов, которые задают «зоны обработки мусора».

Применения Java Framework For Robotino можно считать эффективным, так как команда университета завоевала золотую медаль (1 место) в номинации «Мобильная робототехника» на конкурсе «WorldSkills Belarus 2018».

УДК 330.47

## ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО КАК НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО АППАРАТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Прозорова М.С.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: mariya.18.09.1995@gmail.com

***Abstract.** E-government is a system of public administration based on the automation of management processes across the country in order to significantly improve the efficiency of public administration and reduce the costs of social communications for each member of society. Today, an electronic government has been created in the Republic of Belarus, the level of development of which allows for the automation of management processes, a significant increase in the efficiency of public administration, simple, comfortable and fast interaction with citizens and business. The focus in the near future should be given to the issue of further increasing the volume of state electronic services, since raising the level of informatization in the field of work with citizens and organizations is one of the fundamental principles in debureaucratization of the state apparatus.*

Организация Объединенных Наций раз в 2 года проводит исследование в области электронного правительства. По результатам последнего исследования «Электронное правительство. Обзор 2018: Формирование электронного правительства для поддержки преобразований, направленных на создание стабильного и устойчивого общества» Республика Беларусь заняла 38 место среди 193 стран.

В целом Республика Беларусь относится к группе стран, непосредственно следующих за лидерами, имеющих большой потенциал и демонстрирующих динамику развития информационно-коммуникационных технологий.

Под электронным правительством понимается система государственного управления, основанная на автоматизации управленческих процессов в масштабах страны с целью существенного повышения эффективности государственного управления и снижения издержек социальных коммуникаций для каждого члена общества.

Другими словами, под электронным правительством подразумевается совокупность информационно-коммуникационных технологий, которые обеспечивают взаимодействие граждан, бизнеса, различных ветвей государственной власти и чиновников при оказании государственных услуг.

Взаимодействие государства, граждан и организаций может осуществляться следующими путями:

- 1) между государством и гражданами (G2C, Government-to-Citizen);
- 2) между государством и бизнесом (G2B, Government-to-Business);
- 3) между различными ветвями государственной власти (G2G, Government-to-Government);
- 4) между государством и государственными служащими (G2E, Government-to-Employees);
- 5) между гражданами и государством (C2G, Citizens-to-Government).

10 ноября 2008 года был принят Закон Республики Беларусь № 455-3 «Об информации, информатизации и защите информации», который предназначен регулировать общественные отношения, возникающие при:

- поиске, получении, передаче, сборе, обработке, накоплении, хранении, распространении и (или) предоставлении информации, а также пользовании информацией;
- создании и использовании информационных технологий, информационных систем и информационных сетей, формировании информационных ресурсов;
- организации и обеспечении защиты информации.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 1 февраля 2010 года «О мерах по совершенствованию использования национального сегмента сети Интернет» республиканские органы государственного управления, местные исполнительные и распорядительные органы, иные государственные органы и государственные организации обязаны размещать информацию о своей деятельности в сети Интернет на официальных сайтах этих государственных органов и организаций либо на соответствующих страницах официальных сайтов вышестоящих государственных органов и организаций.

Официальные сайты государственных органов Республики Беларусь становятся одним из важнейших компонентов электронного правительства и призваны обеспечивать:

- реализацию законных прав гражданина на доступ к информации о деятельности любого государственного органа;
- оперативное доведение достоверной информации о деятельности государственных органов, иной информации, которой они обладают;
- интеграцию информационных ресурсов государственных органов в целях единства и безопасности общенационального информационного пространства.

В Республике Беларусь определен ряд государственных информационных систем и инфраструктурных решений, обеспечивающих возможность автоматизированного электронного взаимодействия всех участников информационного обмена – государственного аппарата, населения и бизнеса, – ключевыми из которых являются:

- общегосударственная автоматизированная информационная система – это базовый элемент электронного правительства в Республике Беларусь, предназначенный для интеграции всех государственных информационных ресурсов (систем) и оказания на основе сведений из них электронных услуг для всех категорий потребителей;
- система межведомственного электронного документооборота государственных органов Республики Беларусь предназначена для реализации возможности обмена электронными документами между разными инстанциями;
- государственная система управления открытыми ключами проверки электронной цифровой подписи Республики Беларусь представляет собой систему взаимосвязанных и аккредитованных в ней организаций, оказывающих услуги по распространению открытых ключей электронной цифровой подписи.

Оператором этих межведомственных информационных систем определен Национальный центр электронных услуг.

Оценивая уровень развития электронного правительства в Беларуси согласно международным критериям, можно отметить, что этап «присутствия» в сети уже преодолен. Электронное правительство достигло уже уровня «обратной связи», который означает появление реальной интерактивности, возможности осуществлять некоторые операции в онлайн-режиме.

Сегодня в Республике Беларусь создано электронное правительство, уровень развития которого позволяет обеспечить автоматизацию управленческих процессов, существенное повышение эффективности государственного управления, простое, комфортное и быстрое взаимодействие с гражданами и бизнесом.

Следует также иметь в виду, что информационное общество и электронное правительство – это не только абсолютно новый уровень коммуникаций, проблема состоит еще и в том, что внедрение информационных технологий требует смены ментальности – и рядовых граждан, и чиновников.

Основное внимание в ближайшей перспективе необходимо уделять вопросу дальнейшего увеличения объема государственных электронных услуг, поскольку повышение уровня информатизации в сфере работы с гражданами и организациями является одним из основополагающих принципов при деbüroкратизации государственного аппарата.

УДК 004

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СОКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА КОХА И ЖАО

Разжков А.Ф.

Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова  
e-mail: razhkov.a@mail.ru

***Abstract.** The problem of steganography on graphic files was considered and the following results were obtained. In the course of this work, an analysis of the subject area was carried out and the existing analogues of the software being developed were reviewed. An INFINPIC application has been developed for steganographic data hiding in image files of BMP and PNG formats using the method of relative replacement of the values of the coefficients of the discrete-cosine transform.*

В Интернете сейчас существует множество сайтов, на которых люди делятся своими фотографиями. Эти фотографии очень разнообразны: порой они очень личные, эмоциональные. Порой они причудливы и смешны, порой отображают какие-либо интересные места, интересных людей. С помощью фотографий мы обмениваемся с другими людьми своими впечатлениями о том, что мы переживаем.

А с помощью стеганографии, с виду не приметное изображение может хранить не только графическую информацию. Для чего это может быть полезно? Кодирование будет производиться с помощью метода скрытия в частотной области изображения. Стоит отметить, что размер и качество изображения, при встраивании в него информации, остается практически неизменным. Следовательно, можно хранить в открытом доступе или передавать по открытым каналам связи почти любую конфиденциальную информацию [1].

Один из наиболее распространенных на сегодня методов скрытия конфиденциальной информации в частотной области изображения заключается в относительной замене величин коэффициентов ДКП. На начальном этапе первичное изображение разбивается на блоки размерностью  $8 \times 8$  пикселей. ДКП применяется к каждому блоку, в результате чего получают матрицы  $8 \times 8$  коэффициентов ДКП, которые зачастую обозначают  $\Omega_b(u, v)$ , где  $b$  – номер блока контейнера  $C$ , а  $(u, v)$  – позиция коэффициента в этом блоке. Каждый блок при этом предназначен для скрытия одного бита данных. Во время организации секретного канала абоненты должны предварительно договориться о двух конкретных коэффициентах ДКП из каждого блока, которые будут использоваться для скрытия данных [2].

Разработанное приложение INFINPIC позволяет встраивать информацию в изображения в форматах BMP, PNG и извлекать её, скрыв при этом сам факт внедрения. Используется метод относительной замены величин коэффициентов дискретно-косинусного преобразования (ДКП) (метод Коха и Жао), достоинством которого является устойчивость к большинству известных стеганоатак, в том числе к атаке сжатием, к аффинным преобразованиям и геометрическим атакам, а недостаток низкой пропускной способности метода

было решено исправить путем выбора на начальном этапе размерности блоков (осуществим разбиение изображения не только 8×8 пикселей, но и 4×4, 2×2).

Приложение обладает следующим функционалом:

1. Поддержку форматов BMP, PNG графических файлов.
2. Определение объема контейнера.
3. Стеганографическое сокрытие данных в графических файлах форматов BMP, PNG методом относительной замены величин коэффициентов дискретно-косинусного преобразования.
4. Извлечение скрытых данных из графических файлов форматов BMP, PNG.
5. Сравнение двух изображений с последующим выводом результата попиксельного сравнения.
6. «Очистка изображения» осуществляется путем сокрытия случайных данных в графические файлы, благодаря чему данные, возможно имеющиеся в графических файлах, повреждаются.

На рисунке 1 представлен интерфейс приложения.

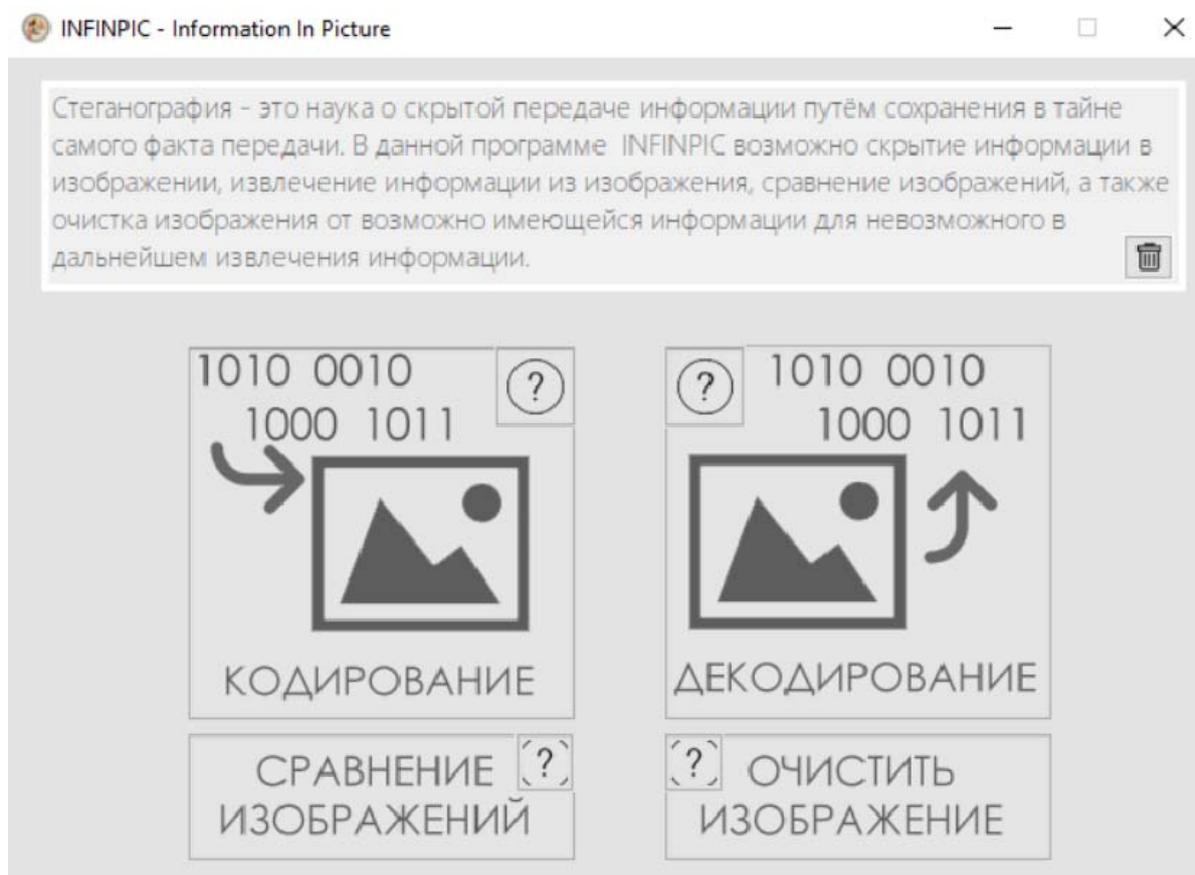


Рисунок 1 – Интерфейс приложения

Приложение отвечает всем требованиям, предъявляемым к стеганографическому программному обеспечению, и может использоваться для сокрытия данных в графических файлах форматов BMP, PNG.

После завершения разработки было проведено тестирование программного средства на ряде фотографий. Результаты тестирования на скрытность встраивания и полезный объем байтов для встраивания являются хорошими.

### Список использованных источников

1. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – К.: МК-Пресс, 2006. – С. 9-13.
2. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – К.: МК-Пресс, 2006. – С. 130-135.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ SPOILER APP ДЛЯ СМАРТФОНОВ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСОВ GOOGLE

*Разжков А.Ф., Юхновский В.В., Васильчиков И.Д.*

*Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова  
e-mail: razhkov.a@mail.ru*

*Abstract. Developed mobile application Spoiler App. Provides an overview of the used Google services when developing a mobile application. Created a database of spoilers of various creative works. The prospects for implementation in daily life and educational process are discussed.*

В современном мире медиапространство развивается очень быстро. Каждый день выходят новые книги, фильмы, сериалы, игры. И для того, чтобы всегда быть в курсе того, чем закончилось то или иное творческое произведение (книга, фильм, сериал, игра), было разработано приложение Spoiler App, в котором пользователю предоставляется возможность получить случайный спойлер по выбранной категории. Спойлер – информация, раскрывающая сюжетные подробности какого-либо художественного произведения. Нередко после прочитанного спойлера дальнейшее знакомство с произведением становится бессмысленным и скучным занятием.

Но также нередко бывают такие ситуации, в которых человек хочет посмотреть фильм, сериал, прочитать книгу, пройти игру, которые являются сиквелами. Сиквел – книга, фильм или любое другое творческое повествование, по сюжету являющееся продолжением какого-либо произведения. Современные франшизы фильмов, например, насчитывают около 10 частей. Для того, чтобы хорошо ориентироваться в них, либо освежить память перед новой частью, разработано приложение Spoiler App, с которым можно ознакомиться и скачать в Google Play Store: <https://play.google.com/store/apps/details?id=vlad.com.spoilerapp> [1].

Современные тенденции в мобильных технологиях все больше ориентируются на облачные сервисы и платформы. Например, активно развиваются сервисы Google Firebase, Amazon AWS, Microsoft Azure и другие, включающая сервисы облачной базы данных, уведомлений, хранения статических и динамических данных, аналитики и др. и позволяющие упростить создание и развертывание полнофункциональных систем с минимальным использованием собственного backend-a.

При разработке мобильного приложения активно использовались сервисы Firebase для хранения данных, работы с базой данных, контроля сбоев и аналитики.

Сервис Firebase Database использовался как онлайн-хранилище динамических данных: данные о названии книг, фильмов, сериалов, игр, ссылок на изображения обложек книг, постеров фильмов, сериалов, игр. Изначально не стояла задача сделать статическое приложение, т.к. прогнозируется необходимость вносить изменения в программу. Все мобильные приложения синхронизировали локальное хранилище данных с облачным и в каждый момент времени имели актуальные данные [2].

Также в разработке использовался сервис Firebase Storage, который предоставляет облачное пространство для хранения статических файлов: изображения, документы и др. Сервис используется для хранения изображений обложек книг, постеров фильмов,

сериалов, игр. Для работы с сервисом Firebase предоставляет SDK для всех платформ, что позволило без проблем интегрировать это решение.

В результате можно сказать, что с использованием сервиса Firebase желаемые результаты достигнуты. Применение облачных сервисов и технологий позволяет существенно минимизировать затраты и повысить качество продуктов, что перспективно для разработки новых проектов.

Также для реализации данного приложения использовались свободно-распространяемые программные средства и технологии, находящиеся в открытом доступе в интернете. Предлагаемый программный продукт может применяться для краткого ознакомления с большим разнообразием культурных произведений и повышения культурного и интеллектуального уровня. Также программа будет полезна тем, кто просто хочет увеличить свою осведомленность в определенной области для поддержания беседы, не потратив много времени на просмотр фильмов, сериалов, прочтение книг, прохождение игр. Таким образом, перспективы использования спойлеров очевидны.

В разработанном приложении Spoiler App реализованы следующие возможности:

- выбор категории творческого произведения;
- получение случайного спойлера в выбранной категории произведений;
- поделиться спойлером через различные сервисы, социальные сети;
- получить подробную информацию о произведении путём запроса в поисковой системе Google;
- увидеть концовку фильма, сериала, игры на Youtube.

Ниже изображено несколько примеров интерфейса приложения Spoiler App (рисунок 1).

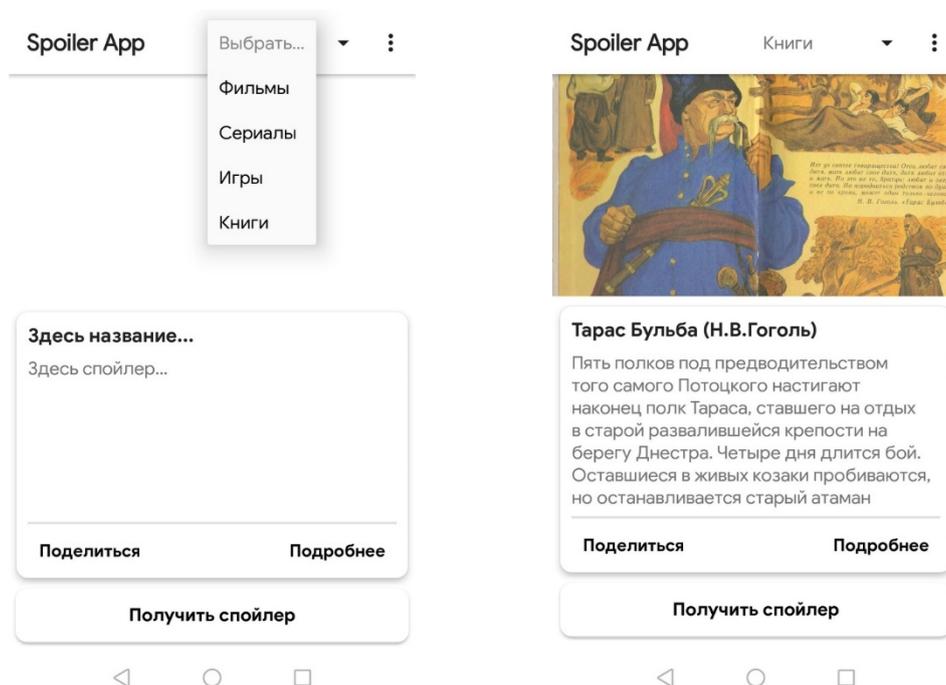


Рисунок 1 – Примеры интерфейсов

В скором времени наша команда реализует возможность поиска спойлера интересующего произведения по базе данных. Каждый день производится пополнение базы данных спойлеров.

### Список использованных источников

1. Алексей Голощапов Google Android. Создание приложений для смартфонов и планшетных ПК / Алексей Голощапов. – М.: «БХВ-Петербург», 2013. – 832 с.
2. Документация Firebase [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://firebase.google.com/docs/>, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 519

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ У СТУДЕНТОВ

Юхновская О.В., Юхновская А.В., Гундина М.А., Кондратьева Н.А.  
Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: [maryanatolevna@mail.ru](mailto:maryanatolevna@mail.ru)

*Аннотация.* Рассматриваются особенности организации учебного процесса с применением моделирования при чтении курса математического анализа.

*Ключевые слова:* математическое понятие, физическое явление, моделирование.

### USING THE PHYSICAL PHENOMENA FOR FORMULATION OF MATHEMATICAL CONCEPTS OF STUDENTS

O.V. Yukhnouskaya, A.V. Yukhnouskaya, M.A. Hundzina, N.A. Kandratsyeva  
Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University  
Belarusian National Technical University  
e-mail: [maryanatolevna@mail.ru](mailto:maryanatolevna@mail.ru)

*Abstract.* The features of the organization of the educational process with the use of modeling when reading a course of mathematical analysis are considered.

*Keywords:* mathematical concept, physical phenomena, simulation.

Объектом данного исследования является процесс формирования математических понятий у студентов технических и педагогических специальностей, изучающих дисциплины «Математический анализ», «Математика», «Высшая математика».

Предметом исследования являются приёмы, которые используются для раскрытия содержания математических понятий, изучаемых в разделах математического анализа. В данной работе рассматриваются особенности применения моделирования физических явлений при чтении математических дисциплин.

Целью исследования является разработка и внедрение в практику освоения математических понятий студентами педагогических и технических специальностей с использованием моделирования физических явлений.

Для достижения этой цели необходимо решить ряд задач. Требуется проанализировать педагогические принципы и приёмы, которые используют необходимые компоненты для формирования математических понятий, осуществить обзор отечественной и зарубежной литературы. После этого нужно разработать методические принципы деятельности по изучению системы математических понятий в курсе математического анализа и математики с использованием моделирования физических явлений. Важным вопросом является оценка эффективности использования моделирования физических явлений при изучении данных курсов. Также необходимо составление текстового материала для проверки эффективности использования моделирования, а также проведение обучающего педагогического эксперимента по усовершенствованной методике.

Известно, что моделирование физических явлений – это целенаправленное исследование физических явлений, объектов, процессов с помощью построения и изучения их моделей.

В этом вопросе использование информационных технологий позволяет лучше понять физические процессы, обеспечить исследовательский характер обучения, осуществить практикоориентированную направленность в обучении.

Рассмотрим набор задач, который может быть использован при изучении темы «Физический смысл производной». Предполагается, что занятия могут проходить в компьютерном классе.

*Задача 1.* Закон прямолинейного движения точки задаётся уравнением

$$x(t) = 2t^2 - 5t + 1. \quad (1)$$

Найти мгновенную скорость точки через 10 секунд после начала движения.

Для решения этой задачи применяем анимацию, как встроенную возможность пакета инженерных расчетов. Таким образом, обучающийся не просто посчитает производную функции, а также увидит траекторию движения материальной точки.

$$x(t) := 2t^2 - 5t + 1$$

$$\frac{d}{dt}x(t) \rightarrow 4t - 5$$

X := FRAME

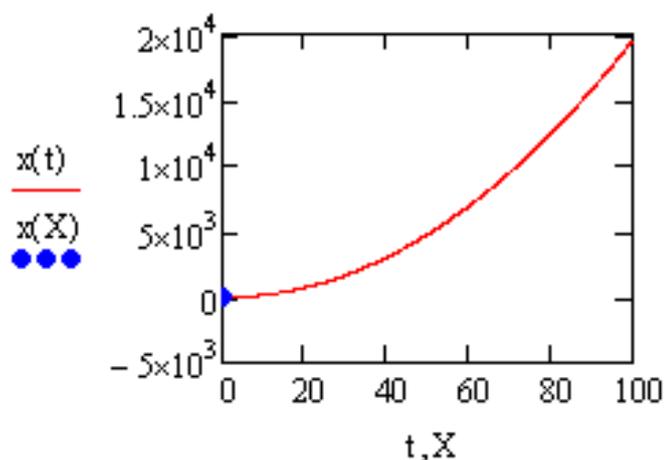


Рисунок 1 – Построение анимации в пакете инженерных расчетов

*Задача 2.* Известно, что количество вещества, получаемого в процессе химической реакции, зависит от времени следующим образом:

$$Q(t) = 1 + e^{-kt}. \quad (2)$$

Найти скорость реакции.

$$x(t) := 1 + e^{(-0.0309)t}$$

$$\frac{d}{dt}x(t) \rightarrow -0.0309 \cdot e^{-0.0309 \cdot t}$$

X := FRAME

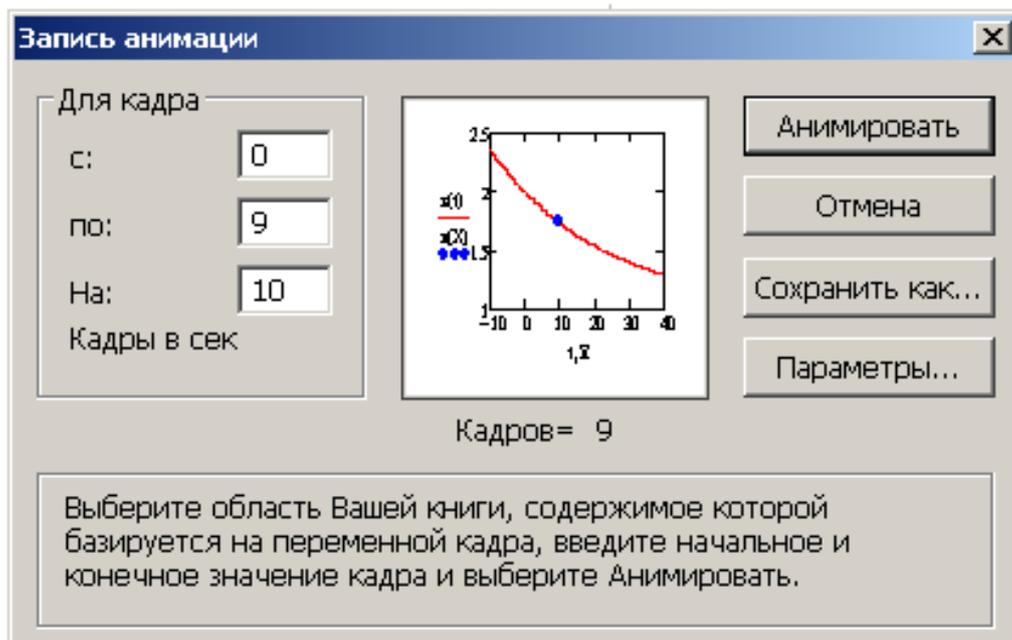
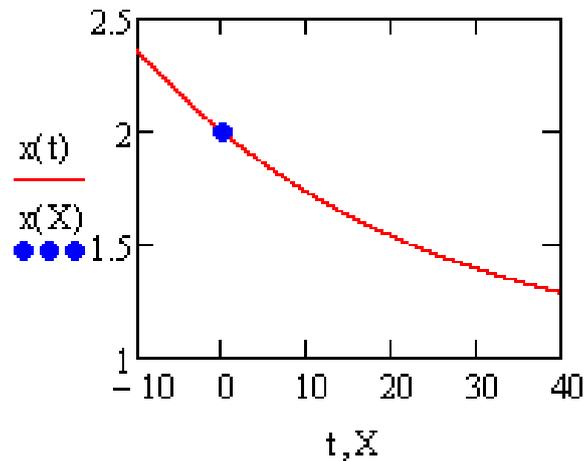


Рисунок 2 – Реализация анимации в задаче о количестве вещества

Задача 3. Уравнение простейших колебаний груза на пружине имеет вид:

$$x(t) = 5\cos(t). \tag{3}$$

В какой момент времени скорость тела будет наибольшей? Решить задачу графическим методом и аналитически.

При решении задачи также можно воспользоваться моделированием физического явления. Вначале построить анимации, выделить моменты, при которых достигаются наибольшие значения, а затем можно решить задачу аналитически.

Такой подход позволяет усилить мотивацию учащегося. Реализовать принцип наглядности и доступности в обучении.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ DRAWING APP – ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА ДЛЯ СМАРТФОНОВ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID

Юхновский В.В.

Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова  
e-mail:vladuks123.vv@gmail.com

***Abstract.** Developed a mobile app drawing app- graphic editor for smartphones under the management of the android operating system. The developed application can be used for quick notes, marks on photos or just for drawing, when there is no access to the Internet or just for fun.*

В IT-индустрии быстро увеличиваться в размере и объеме программное обеспечение для мобильных устройств. Эта тенденция открывает доступ к мобильным устройствам для традиционных языков программирования, так что область применения мобильных приложений и их доля на рынке растут. Ближайшее будущее развитие и поддержка приложений, основанных на операционной системе Android, будет наиболее востребованным на рынке программного обеспечения.

В современных условиях трудно представить себе человека без мобильного телефона, планшета, смартфона или любого другого портативного мультимедийного устройства. Мы привыкли к тому, что оно всегда под рукой, и является не только средством общения, но и выполняет много полезных функций, например, калькулятор, органайзер, конвертер, календарь, часы, а также содержит приложения развлекательного характера.

Одним из видов таких приложений является приложение для рисования, в которых процесс является основой развития и совершенствования различных навыков. Развивается изобретательность, воображение, творческие способности.

Приложение может быть полезным детям для совершенствования различных навыков, а также для развития изобретательности, воображения, творческих способностей. Разработанное приложение можно использовать для быстрых заметок, отметок на фотографиях или просто для рисования, когда нет доступа к интернету либо просто для развлечения. Своими творениями можно поделиться в социальных сетях с друзьями, можно обмениваться рисунками друг с другом.

Для реализации данного приложения использовались свободно-распространяемые программные средства и технологии, доступные в интернете. Предлагаемый программный продукт может применяться теми, кто увлекается рисованием.

Интерфейс приложения Drawing App представлен на рисунке 1а.

В разработанном приложении Drawing App реализован большой спектр возможностей, среди них следующие:

– в приложении реализовано 3 основных инструмента: Карандаш, Кисть, Ластик. При нажатии на инструмент появляются кнопки, при нажатии на которые изменяется размер инструмента (рисунок 1б);

– в приложении можно изменять цвет кисти и фона. При нажатии на пункт меню появляются кнопки при нажатии на которые изменяется цвет кисти или фона (рисунок 1в);

– на холст можно установить фоном изображение из галереи или камеры. При выборе изображения из галереи появляется окно с выбором приложения (рисунок 1г);

– для того, чтобы сохранить рисунок нужно нажать кнопку Save, при этом рисунок сохраняется на внутреннюю память устройства в папку Pictures. Рисунок можно сразу же посмотреть в галереи (рисунок 1д);

– рисунок можно отправить друзьям через социальные сети либо отправить по почте. Для этого нужно нажать кнопку Share, выбрать нужное приложение и нажать отправить (рисунок 1е).

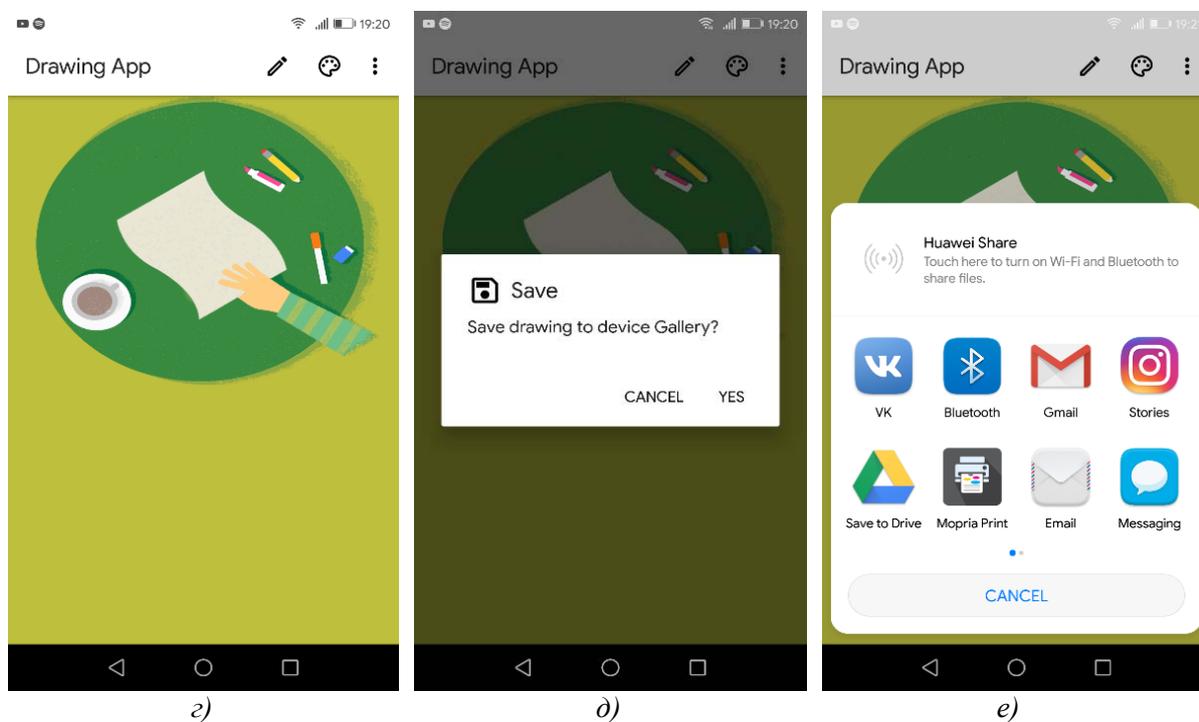
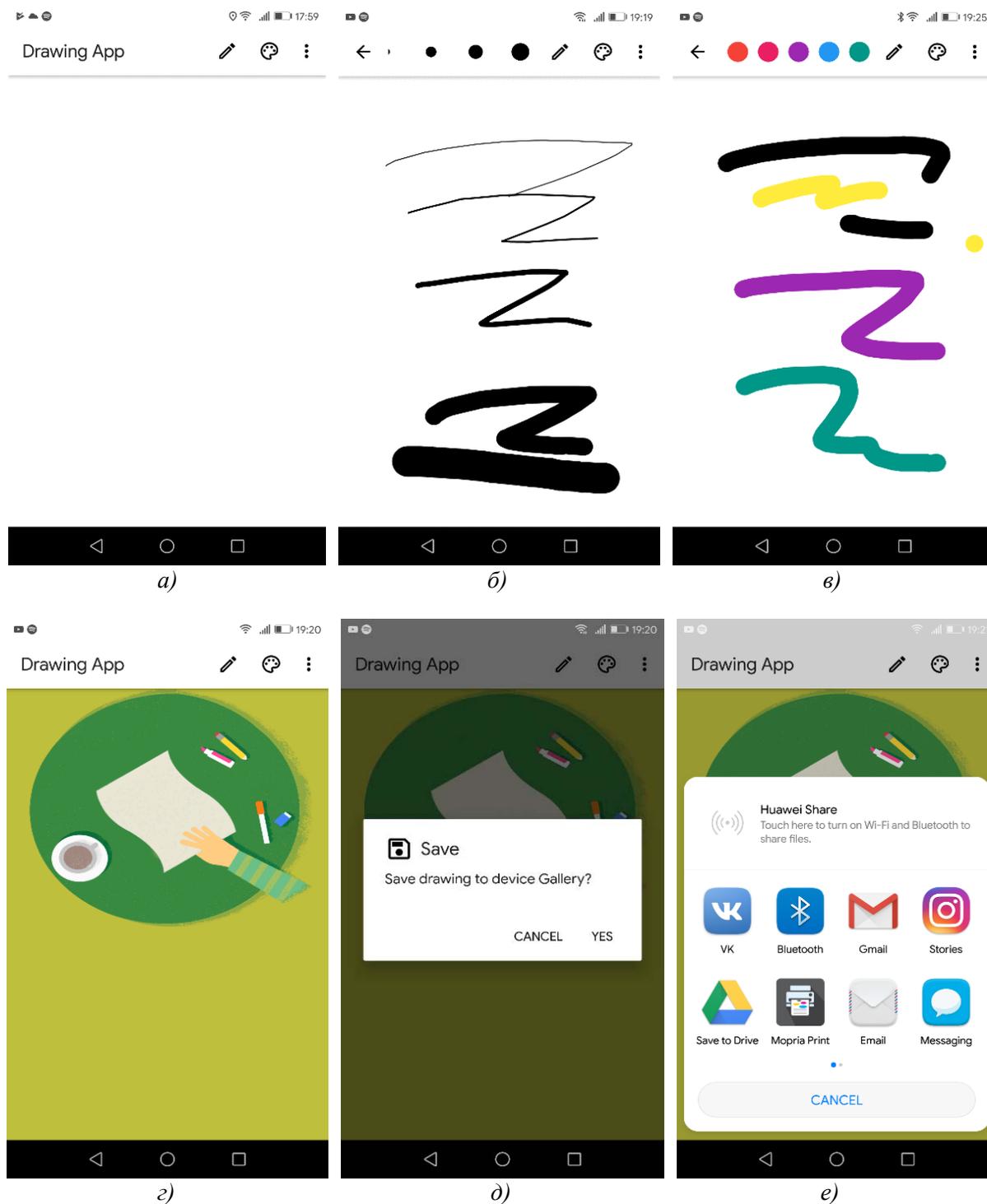


Рисунок 1 – Интерфейс приложения Drawing App

Разработанное приложение является тестовой версией. В скором времени будет реализована возможность распознавания лиц на фотографиях и их отметки с подписями, наложение масок на лица, а также возможность применения фильтров к изображению.

#### **Список использованных источников**

1. Алексей Голощапов Google Android. Создание приложений для смартфонов и планшетных ПК / Алексей Голощапов. – М.: «БХВ-Петербург», 2013. – 832 с.
2. Custom Drawing [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://developer.android.com/training/custom-views/custom-drawing>

Научное издание

## **НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ – 2018**

Сборник материалов  
Белорусско-Китайского молодежного  
инновационного форума

В 2 томах

Том 1

*15–16 ноября 2018 г.*

Подписано в печать 29.11.2018. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 17,21. Уч.-изд. л. 6,73. Тираж 150. Заказ 975.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.