

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь  
Белорусский национальный технический университет  
Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»  
Институт Конфуция по науке и технике БНТУ

## **НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ-2020**

Сборник материалов  
VII Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума

17 ноября 2020 года

**ТОМ 1**

Минск  
БНТУ  
2020

УДК 082 (476+510) (06)  
ББК 74.58 я43  
Н76

В сборник включены материалы VII Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «Новые горизонты-2020» по следующим направлениям: индустрия 4,0: большие данные, автономные роботы, моделирование и симуляторы, облачные вычисления, интернет вещей, информационная безопасность, 3D-печать, дополненная реальность; механика, оборудование и материалы; культура, образование и искусство: традиции и инновации; цифровая социализация: медиaprостранство, тенденции и платформы, молодежь и общество (среда, коммуникации); мировая и национальная экосистема инноваций; агротехника, агротехнологии и продовольственная безопасность.

**ISBN 978-985-583-602-6 (Ч. 1)**  
**ISBN 978-985-583-604-0**

© Белорусский национальный  
технический университет, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «АГРОТЕХНИКА, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» .....</b>	<b>9</b>
Соколовский Е.В., Смоляков А.А., Кривко А.Б., Торбенко А.Б. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «УРОЖАЙ».....	9
Балаева-Тихомирова О.М., Кацнельсон Е.И., Володько А.С., Фомичёва Н.С. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕНОГО ВЛИЯНИЯ НА ПОЧВУ ПО КЛЮЧЕВЫМ ДИАГНОСТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ.....	11
Мамаева Е. И., Русских И. А. ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ЭНДОФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, НАСЕЛЯЮЩИХ ДИКОРАСТУЩИЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ РАСТЕНИЯ.....	13
Максимович А.А., Войтехович А.В., Бондаренко С.Н. ТЕПЛИЦА – АККУМУЛЯТОР: ТЕПЛО – АККУМУЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ С ЛАТЕНТНЫМ НАКОПЛЕНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ТЕПЛИЦ.....	15
田菴荟 白鹤芋水培试验研究.....	17
Дэн Жуцзе, Малько А. И. ПРОИЗВОДСТВО КИТАЙСКОГО РАПСА И ЭФФЕКТ СБАЛАНСИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ.....	18
Харитончик А. Р., Русских И. А. ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИЗОЛЯТОВ ГРИБОВ РОДА ТРИХОДЕРМА.....	20
Jiaqing Wang INFLUENCES OF STORAGE CONDITIONS ON BEEF.....	21
Me yen, Haifeng Wu PATHOGENICITY OF BEAUVERIA BASSIANA AGAINST LOCUSTA MIGRATORIA MANILENSIS .....	22
Lin Han EFFECTS OF SOIL REMEDIATION AGENTS AND MICROBIAL AGENTS ON SOIL ENZYME ACTIVITIES.....	23
Chen Jingke THE RESEARCH ABOUT RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDING.....	25
<b>СЕКЦИЯ «ИНДУСТРИЯ 4,0: БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ, АВТОНОМНЫЕ РОБОТЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИМУЛЯТОРЫ, ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, 3D-ПЕЧАТЬ, ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ».....</b>	<b>27</b>
Кицун А.В., Полешук Е.Н. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	27
Бовш А.А., Лапич С.В., Олесик М.В. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПУТЕШЕСТВИЙ.....	29

Костюк Д.А., Лекунович А.А., Маркина А.А., Матусевич В.А. АХИТЕКТУРА ОТКРЫТОГО АППАРАТНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.....	31
Другак Ю.А., Шешко Н.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО- ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ .....	33
Давыдюк Л.И., Костюк Д.А., Маркина А.А. ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА САМОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭРГОНОМИКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ.....	35
Костюк Д.А., Маркина А.А., Рабчук А.А., Шульган А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФОЛОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ .....	37
Кузьменко А.А., Маркина А.А., Хомюк С.Г. ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ВЫБОРА ПРОГРАММНЫХ И АППАРАТНЫХ ПРОДУКТОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ.....	40
华兴东 基于大数据背景下的土地资源管理宏观调控.....	42
Тан Дунян, Мытько Л.Р. КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ КИТАЯ.....	44
Дударев А.Н., Василевский М.В. ИННОВАЦИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА».....	46
Стома Н. В. РАЗВИТИЕ РОБОТОТЕХНИКИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ИНДУСТРИЯ 4.0 НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ.	48
Kulinich R.,Sednina A., Bachirou Guene Lougoub, Yong Shuai ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY FOR EVALUATING SOLAR ENERGY RESOURCES AND ITS APPLICATION IN HARBIN .....	51
Трушко Е.Д., Николаюк-Ртищева М.В. СИСТЕМА СЪЕМА И АНАЛИЗА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ .....	54
Троцюк А.А. ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ НА РАЗВИТИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ КАНАЛОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОВАРОВ .....	56
Плында В.В., Карпук Д.А. МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО КАТАЛОГА ПО ИСТОРИИ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ КУРСОРОМ.....	58
Ажар А.В., Пенкина А.Д. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ФАСОННЫХ И СБОРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ МЕТОДОМ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	61
沈阳工学院 王龙丰 基于大数据的新闻媒体预测推荐系统报告.....	63
金亚玲, 刘磊 基于 PLC 的真空烘干炉控制系统设计.....	65

穆德敏, 陈宝欣, 陈艺文, 张舒翔	
金属快速成形 3D 打印技术与应用.....	68
Zhaoyuan Zhang, Ziheng Ding, Hanwen Wang, Keyi Liu, Weiyiqi Wang A SINGLE SOURCE REACHABLE QUERY METHOD FOR GENE REGULATORY NETWORKS.....	70
Qi Song, Wenhao Tong, Jiankai Tang DESIGN AND IMPLEMENTATION OF GAS ULTRASONIC FLOWMETER SYSTEM BASED ON MAX35104.....	72
Qi Song, Taoren Li, Qingwang Zhang DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE TURBIDITY REMOTE MONITORING SYSTEM BASED ON STM32F407 MICROCONTROLLER.....	74
Jian Zhang MATTHEW EFFECT IN B2C AND ITS COUNTERMEASURES - EXPLORATION OF NEW C2B MODE.....	76
Shi Haoyang, Jia Ziyuan, Liu Jiarui LCA ANALYSIS OF PRIVATE CAR FUEL IN SHENYANG BASED ON GREET MODEL.....	78
Капитонов А.А., Бажретсова М.В., Тсынкевич У.В., Трушел Н.А., Качур С.Л. MEDICAL BIG DATA IN BELARUS.....	80
<b>СЕКЦИЯ «МЕХАНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ».....</b>	<b>82</b>
Дроздович З.С., Стаин А.И., Басалай Г. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАНЕВРЕННЫХ СВОЙСТВ ШАХТНЫХ САМОХОДНЫХ ВАГОНОВ С РАЗЛИЧНЫМИ КОМПОНОВКАМИ КОЛЕСНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ.....	82
Ольшевский А.В., Ярутич Я.О., Басалай Г. А., Басалай И. А. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ .....	83
Казанович К. А., Воропаева Д. К., Стасевич В. И., Басалай Г. А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ.....	85
Ажар А.В., Минасян Г.О., Кошевой А.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ ЗАТОЧКИ ЗАТЫЛОВАННЫХ ДИСКОВЫХ ФАСОННЫХ ФРЕЗ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	87
Дячэк О.А., Герасимова А.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ-СВИДЕТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ КОРПУСОВ ВОДО-ВОДЯНЫХ РЕАКТОРОВ.....	89
Зырянова А. С. РЕАКТИВНЫЙ ИОННО-ЛУЧЕВОЙ СИНТЕЗ ТОНКИХ ПЛЕНОК HfO <sub>2</sub> .....	91
Сорокин М. А., Костюкович О.В. ЛЮМИНИСЦЕНТНАЯ ДРЕВЕСИНА КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	93

Чернобай Д.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДИМЫХ В КНР КОМПОЗИТНЫХ ГРАНУЛ ПО ТЕХНОЛОГИИ LFT-G В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТИПА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ – НАНОКОМПОЗИТОВ.....	95
Карпович М. А. СОДЕРЖАНИЕ МОСТОВ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД .....	97
Цагельник А.В., Винок О.С., Басалай Г. А. МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЛИНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ И ОБОГАЩЕНИЮ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	98
Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Нисс В.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ.....	101
Тан Сяотун, Рыклин Д.Б. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВИДА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ НА ДРАПИРУЕМОСТЬ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ .....	103
Ванюк Э.А., Соколов И.О., Леванцевич М.А., Газбан Задех Э.Х, Куис Д.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОУГЛЕРОДНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ.....	105
ХОУ ЯБО, Николайчик Ю.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОГНЕУПОРНЫХ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ.....	107
Нисс В.С., Королёв А.Ю., Янович В.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ СТАЛЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА.....	109
Ходяков В. А. ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОЛЁТНОЕ СТРОЕНИЕ МОСТА.....	112
Горанский Г.Г., Поболь А.И. КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ПАЙКИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	113
Горанский Г.Г., Поболь А.И. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО СПЕКАНИЯ.....	117
Ван Минюань, Ван Сяньпэн, Ковшар С.Н. КОЙРОВЫЙ ФИБРОБЕТОН БЕТОННЫЙ КОМПОЗИТ.....	121
Jianbo Chen, Jiali Zhao, Haozhang Li ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT STATUS OF MY COUNTRY'S WIND POWER INDUSTRY AND ITS FUTURE PROSPECTS.....	123
Косякова И.М., Девойно О.Г. ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ЧУГУННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	125
Yang Hongyuan, Qiao Yu, Wang Teng, An Chenxi, He Jiajing MODELING AND SIMULATION OF A NEW TYPE OF TORSION BENDING SOFT ACTUATOR.....	128

Данилович В.С., Шапорова Е.В., Яцкевич О.К. ОЦЕНКА ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СОЖ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ .....	129
Ажар А.В., Шейбак Д.В. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ КРЕПЕЖНЫХ ОТВЕРСТИЙ НА СТАНКЕ С ЧПУ КОМБИНИРОВАННЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ.....	131
Кривда К.В., Яцкевич О.К., Василенко А.Г. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЖ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ШЛИФОВАНИИ.....	134
Ванюк Э.А., Соколов И.О., Леванцевич М.А., Газбан Задех Э.Х, Куис Д.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОУГЛЕРОДНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ.....	136
Довнар С.С., Паращенко К.М., Козловский С.Е. МКЭ-АНАЛИЗ КОМБИНИРОВАННОГО НАГРУЖЕНИЯ АНТИЧНОЙ АМФОРЫ ...	138
Игнатович Р.С., Богдан А.А. СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ И РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ТОПЛИВА НА ТЕПЛОИСТОЧНИКЕ.....	140
Пенкина А.Д., Ломонос П.И. ВИДЫ СОВРЕМЕННОГО ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ШЛИФОВАНИЯ .....	142
Hongyuan Sun STABILITY ANALYSES OF A DRILL STRING SYSTEM .....	144
Wu Qi, Kong Dewei STUDY ON THE INSULATION PERFORMANCE USING THE OPTIMIZED CHARGE SIMULATION METHOD.....	146
Runda Li SELECTION OF HEAT STORAGE MOLTEN SALT USED IN SOLAR TOWER THERMAL PLANTS.....	148
Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Будницкий А.С. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕГКООКИСЛЯЕМЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ.....	150
Щигельская А.Д., Боровик И.С., научный руководитель- Басалай Г. А. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМОВ ШАГАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ И ОТВАЛООБРАЗОВАТЕЛЕЙ...	152
<b>СЕКЦИЯ «ЦИФРОВАЯ СОЦИАЛИЗАЦИЯ: МЕДИАПРОСТРАНСТВО, ТЕНДЕНЦИИ И ПЛАТФОРМЫ, МОЛОДЕЖЬ И ОБЩЕСТВО (СРЕДА, КОММУНИКАЦИИ)» БЕЛАРУСИ И КИТАЯ» .....</b>	<b>155</b>
Лосик А. А., Буховец М. А. КИБЕРСОЦИАЛИЗАЦИЯ МОЛОДЕЖИ НА ПРИМЕРЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «KROK».....	155
Го Чжэнь, Ван Юань ТРАНСМИССИОННЫЙ МЕХАНИЗМ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ.....	157

Гао Тэн СОТРУДНИЧЕСТВО КИТАЯ И БЕЛАРУСИ НА ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНТЕРНЕТ- ПЛАТФОРМЕ.....	159
Гергаев А.Р., Махиня О.В. МЕДИАЦЕНТР КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАЖДАНСТВЕННОСТИ И ПАТРИОТИЗМА У СТУДЕНТОВ	161
Полешук В.С. CRM-ПЛАТФОРМА КАК ИНТЕГРАТОР КАНАЛОВ КОММУНИКАЦИИ С КЛИЕНТАМИ.....	163
Орлов П. Н. ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ: ПОТЕНЦИАЛ OPEN DATA.....	165
Руд Т.В ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ.....	167
Савиных А. Ю. КОНЦЕПЦИЯ «ЦИФРОВОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ» В КОНТЕКСТЕ ИНТЕРЕСОВ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	169
Германович Е.О. ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ УГРОЗ.....	171
Гринчук М. П. СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ ПРИОБРЕТЕНИЯ ГРАЖДАНСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....	173
Tsiareshchanka L. THROUGH DIGITAL DISRUPTION TOWARDS A MORE INCLUSIVE SOCIETY.....	175
Юхно Е. С., Цыбульский М.Л. ИНТЕРНЕТ-ТЕЛЕВИДЕНИЕ КАК ПЛОЩАДКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ИСКУССТВА И КУЛЬТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ВГУ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА.....	177
Пастухова Д. М. ПРАВОВЫЕ СИСТЕМЫ КИТАЯ И БЕЛАРУСИ: ОБЩЕЕ И ОСОБЕННОЕ.....	179
Кузьмич К. И., Шкор О.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В КИНОИНДУСТРИИ.....	181



# СЕКЦИЯ «АГРОТЕХНИКА, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

УДК 631.11+631.155:004.9

## ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «УРОЖАЙ»

Соколовский Е.В., Смоляков А.А., Кривко А.Б., Торбенко А.Б.  
Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»  
e-mail: torbenko\_a@mail.ru

**Summary.** *Information and analytical system «Harvest» is a tool for monitoring and comprehensive analysis of agricultural land based on the use of UAVs, neural networks and GIS. This platform is designed to receive, store and analyze data in the field of agriculture and crop production. The ultimate goal of using IAS (information and analytical system) is to increase labor productivity in agricultural production, increase crop yields and increase profits by 10-15%. The basis of such growth is the extremely accurate calculation of the time and volume of agrotechnical measures (sowing time, weed control, fertilization, etc.), the systematic nature of assessment and control measures.*

Информационно-аналитическая система «Урожай» представляет собой инструмент мониторинга и комплексного анализа сельхозугодий на базе использования БПЛА, нейронных сетей и ГИС. Предназначена для получения, хранения и анализа данных в области земледелия и растениеводства. Конечной целью использования ИАС является повышение производительности труда в сельскохозяйственном производстве, увеличение урожайности культур и рост прибыли на 10-15%. Основа такого роста - предельно точный расчет времени и объемов проведения агротехнических мероприятий (сроки посева, борьба с сорняками, внесение удобрений и т.д.), систематический характер оценочных и контрольных мероприятий.

Основные практические задачи, решаемы в результате применения системы:

1. Автоматизированный анализ состояния почвы на основе полученных объективных данных цифровой видеосъемки за определенный период времени (заболачивание, эрозия, заводнение, появление солончаков и иных дефектов, препятствующих развитию земледелия);

2. Мониторинг и создание карты всхожести и созревания сельхозкультур, прогноз урожайности наблюдаемой территории земледелия;

3. Создание карт для дифференцированного удобрения и опрыскивания полей;

4. Оценка качества посевов и выявление факторов повреждения или гибели культур (определение точной площади погибших культур, определение дефектов посевов и проблемных участков, наличие насекомых, вредителей и погибших всходов);

5. Аудит и инвентаризация земель, необходимые для совершения сделок;

6. Проверка соответствия структуров и планов севооборота, выявление отклонений и нарушений, допущенных в процессе агротехнических работ.

Структура ИАС основана на применении программно-аппаратного комплекса, в состав которого входят:

1. Блок информационного обеспечения. Включает:

а) данные мультиспектральной съемки территории высочайшего разрешения с применением БПЛА;

б) фондовую информацию собственной базы данных ООО «Интеллектуальные системы земледелия»;

в) данные заказчика;

г) данные открытых источников ДЗЗ.

2.Блок анализа и вычислений. Основан на применении нейронной сети для распознавания и сопоставления значений на аэрофотоснимках, данных ДЗЗ и в базах данных. Программной основой блока является ГИС-платформа с модулями расчета основных вегетативных индексов, определения основных агротехнических параметров земель и посевов.

3.Блок картографирования, формирования отчетов и рекомендаций. Формируется исходя из требований заказчика и может представлять из себя как полный спектр результирующей информации и услуг (комплексное картографирование территории, ведение мониторинговых наблюдений, отслеживание значений основных вегетативных индексов и качественных характеристик сельхозугодий и посевов и т.д.), так и разовые заключения и рекомендации о состоянии посевов, почв и предлагаемых агротехнических мероприятиях.

Принцип работы ИАС “Урожай” описывается четырьмя этапами. Первым является непосредственный запрос сельскохозяйственного предприятия о проведении работ и заключение договора. Вторым этапом проводятся аэрофотосъемка и иные изыскания ООО “ИСЗ” по договорным обязательствам на территории заказчика. Следующий этап - Внесение результатов обследования и данных заказчика в ИАС, проведение расчетных и оценочных работ по запросу заказчика (расчет вегетационных индексов, оценка почвенных характеристик, определение участков, нуждающихся в проведении агротехнических мероприятий и т.д.) Четвертый этап - настройка доступа заказчика к адресной информации в ИАС, инструктаж уполномоченных заказчиком лиц по работе с системой.

Важным параметром системы является обратная связь заказчика и ИАС, которая позволяет постоянно совершенствовать алгоритм работы ИАС и повышать её производительность.

Преимущества системы:

1.Нет необходимости приобретения дорогостоящего программного обеспечения;

2.Нет необходимости вводить в штат программиста или оператора для работы с материалами;

3.Нет необходимости перезаключения договоров на выполнение работ. Повторные заказ, оплата и получение результата выполняется с ПК или смартфона;

4.Весь цикл работ по оценке состояния посевов и сельхозугодий происходит без отвлечения ресурсов сельхозпредприятия, а заказчик получает конечный результат в виде конкретных рекомендаций, карт, значений параметров в наиболее подходящем для него виде.

Примерный перечень возможностей информационно-аналитической системы:

1.Оценка динамики снежного покрова, влагонакопления, паводковой ситуации.

2.Определение степени увлажнения почв, температуры поверхности.

3.Определение площади земель, занятых различными типами сельскохозяйственных культур (зерновыми, пропашными и техническими), находящихся под паром.

4.Определение площади земель, на которых проведены инженерно-мелиоративные мероприятия. Оценка качества проведения осушительной мелиорации.

5.Определение площади земель без осенней послеуборочной обработки почвы.

6.Оценка состояния озимых культур для выявления и определения площади ареалов деградированных и погибших озимых.

7.Динамика сенокосных работ. Определение площади скошенных сенокосных угодий и качества проведенных работ.

8.Оценка состояния всходов культур и характеристик посевов на всех стадиях развития.

9.Оценка степени засоренности паров и посевов на всех стадиях развития. Определение площади паров и посевов, требующих проведения противосорняковых мероприятий.

10.Выявление очагов поражения зерновых культур вследствие стихийных явлений (град, ливни, ураганы, засуха, пожары).

11.Проведение работ по определению участков, требующих внесения удобрений и ядохимикатов в почву для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и др.

УДК [502.521+631.41]:504.5+542.9

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ПОЧВУ ПО КЛЮЧЕВЫМ ДИАГНОСТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Балаева-Тихомирова О.М., Кацнельсон Е.И., Володько А.С., Фомичёва Н.С.*

*Учреждение образования «Витебский государственный университет*

*им. П.М. Машиерова»*

*e-mail: kate\_kaznelson@tut.by*

**Summary.** *In connection with the increase in the degree of anthropogenic load on the soil and the level of its pollution, it is necessary to search for a method of systemic ecological analysis based on the comparison of diagnostic indicators (the content of heavy metal ions and the enzymatic activity of soils) with the type of soil, the place of sampling and the degree of anthropogenic load, for the possibility of preventing further contamination of the soil cover of the Republic of Belarus and its degradation.*

В связи с постоянно усиливающимся неблагоприятным влиянием факторов окружающей среды перспективным направлением является моделирование воздействий на живые объекты.

Цель работы – оценка антропогенного влияния на биологические системы в естественных условиях и при моделировании.

Материал и методы. Исследование проводилось в 4 этапа. На первом этапе были отобраны почвы в районах Витебской области (Миорский, Ушачский, Сенненский, и Витебский районы), в каждом из районов, было взято по 3 пробы в 3 зонах: прибрежной зоне водоема, центре города и парковой зоне. Пробы почв отбирались в сентябре-октябре. На втором этапе были определены типы почв. На третьем этапе работы были исследованы концентрации тяжелых металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) и ферментативная активность почв (активность каталазы, уреазы, протеазы) в почвах. На четвертом этапе работы было проведено моделирование влияния солей тяжелых металлов на живые организмы на примере легочных моллюсков и репчатого лука. Оценка влияния солей тяжелых металлов проводилась по содержанию продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), т.к. увеличение их содержания свидетельствует об увеличении неблагоприятного воздействия на организм и развитии окислительного стресса.

Ионы  $\text{Cu}^{2+}$  определяли спектрофотометрически на основании образования комплексов ионов металла с аммиаком [1]. Определение ионов  $\text{Zn}^{2+}$  проводили комплексонометрическим титрованием основанным на образовании комплексов ионов металла с аминополикарбонowymi кислотами [1]. Определение  $\text{Fe}^{3+}$  проводили спектрофотометрическим методом на основании образования сульфосалициловой кислотой с солями железа окрашенных комплексных соединений [1]. Активность каталазы в почве определяли титрометрическим методом, основанным на измерении количества неразложившейся перекиси с образованием окрашенных комплексов [2]. Активность уреазы почвы определяли спектрофотометрическим методом, основанным на учете количества аммиака, образующегося при гидролизе карбамида [2]. Спектрофотометрическое определение активности протеазы проводили на основе учета количества аминокислот, образующихся при протеолизе внесенных в почву белков, путем образования окрашенных комплексов [2]. Для количественного определения

ПОЛ использовали тест с 2-тиобарбитуровой кислотой [3]. Математическую обработку результатов проводили с использованием пакетов статистических программ Microsoft Excel 2003, STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. В результате проделанной работы было определено содержание подвижных форм металлов, исследована активность ферментов, проведен системно-экологический анализ содержания катионов металлов в почве и ее ферментативная активность при различной антропогенной нагрузке, проведено моделирование неблагоприятного воздействия ионов тяжелых металлов на биологические объекты. Согласно полученным данным можно сделать следующие выводы:

1. Было исследовано 3 зоны (прибрежная зона водоема, центр города, парк) в Миорском, Ушачском, Сенненском, и Витебском районах. Исследования подвижных форм металлов в почве ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) показали, что содержание ионов металлов зависит от места сбора и от типа почвы. Исходя из результатов исследований концентрации ионов металлов и в сравнении их с ПДК, можно сделать вывод о том, что концентрация ионов железа больше ПДК в г. Миоры и Сенно в прибрежной зоне водоема, в парковой зоне города – в г. Сенно. Превышение содержания меди установлено в центральной зоне г. Витебска. Содержание цинка больше ПДК в прибрежной зоне водоема во всех исследуемых нами городах, в центре города превышение установлено в г. Миоры, Сенно, Витебск и г.п. Ушачи, в парковой зоне – в г. Миоры, Витебск и г.п. Ушачи.

2. Исходя из результатов исследований активности ферментов и в сравнении их со шкалой сравнительной оценки ферментативной активности почвы можно сделать вывод о том, что активность каталазы в сравнении со средней активностью фермента выше в г. Миоры, Сенно, г.п. Ушачи в прибрежной зоне водоема, центре города и парковой зоне. Активность протеазы выше средней активности фермента в г. Миоры и г.п. Ушачи во всех трех исследуемых зонах. Активность уреазы выше средней активности фермента в прибрежной зоне водоема в г. Миоры, Сенно и Витебск, в центре города Витебска и парковой зоне г. Миоры, Сенно и Витебска.

3. Исследования показали зависимость активности ферментов в почве от содержания тяжелых металлов в ней. Чем больше концентрация тяжелых элементов в почве, тем ферментативная активность. Прибрежная зона водоемов оказалась самой загрязненной по содержанию тяжелых металлов в почве, объясняется это тем, что во всех исследуемых городах промышленные предприятия используют воду для своих нужд, осуществляют сброс сточных вод в реки и озера, прибрежные зоны которых были исследованы.

4. Установлено, что обработка перьев лука репчатого (*Allium cepa* L.) растворами солей тяжелых металлов ведет к повышению содержания ТБК-положительных веществ. Этот эффект не был дозозависимым. Поэтому можно сделать заключение о развитии окислительного стресса в результате обработки растений растворами солей тяжелых металлов.

5. Моделирование водных систем, содержащих разные концентрации солей тяжелых металлов, позволяет определить концентрации ионов меди и железа, которые вызывают нарушение процесса метаболизма в организме моллюсков. Ионы меди вызывают изменения метаболизма, проявляющиеся активацией процессов свободно-радикального окисления и снижением активности антиоксидантной системы. Ионы железа оказывают меньшее токсическое действие по сравнению с ионами меди. Более устойчивой к токсическому действию тяжелых металлов оказалась катушка роговая.

Заключение. Исследования показали зависимость активности ферментов в почве от содержания тяжелых металлов и степени антропогенной нагрузки. Чем выше антропогенная нагрузка (наличие железнодорожного транспорта, автодорог, промышленных предприятий), тем больше концентрация тяжелых элементов в почве и тем ниже ферментативная активность. Сравнительный анализ чувствительности и экотоксикологической значимости токсических эффектов, полученных в экспериментах, позволяет сделать вывод о целесообразности применения теста по изучению токсичности солей тяжелых металлов на

основе изменения ключевых показателей обмена веществ у легочных моллюсков и растений и использовать в практике тестирования отходов производства с целью оценки их степени опасности для окружающей среды.

### Литература

1. Жерносек, А.К. Физико-химические методы анализа / А.К. Жерносек, И.С. Борисевич. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – 12 с.
2. Котова, Д.Л. Методы контроля качества почвы: учеб. пособие для вузов / Д.Л. Котова, Д.Л. Девятова [и др.]; под общ. ред. Д.Л. Котовой. – Воронеж: Изд-во ИПЦ ВГУ, 2007. – 47 с.
3. Uchiyama, M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test / M. Uchiyama, M. Mihara // *Analit. Biochem.* –1987. –Vol. 86. – P. 271-278.

УДК 631.8:632.9:579.64

## ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ЭНДОФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, НАСЕЛЯЮЩИХ ДИКОРАСТУЩИЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ РАСТЕНИЯ

*Мамаева Е. И., научный руководитель - Русских И. А.*

*Учреждение образования «Республиканский центр экологии и краеведения»*

*e-mail: katemamayeva017@gmail.com*

**Summary.** *Endophytic bacteria are microorganisms that inhabit the internal tissues of healthy plants and do not cause any harm to the host plant, positively affecting their growth and development. A feature of endophytic microorganisms is that they are not specific to the host plant and do not lead to the formation of anatomical structures such as nodules and galls, which distinguishes them from symbiotic and some pathogenic microorganisms. This work consists in the possibility of using wild-growing, including weeds, and ornamental plants as a source of endophytic bacteria and in isolating unique strains of microorganisms with a complex of economically useful properties. Microorganisms were determined by the ability to fix atmospheric nitrogen, mobilize insoluble phosphates, suppress the development of pathogens, and also to stimulate plant growth.*

**Keywords.** *endophytes, plants, nitrogen fixation, phosphate mobilization, antagonism, phytostimulation*

Эндофитные бактерии - микроорганизмы, населяющие внутренние ткани здоровых растений и не несущие какого-либо вреда для растения-хозяина, положительно влияя на их рост и развитие. Особенностью эндофитных микроорганизмов является то, что они не специфичны по отношению к растению-хозяину и не приводят к формированию анатомических структур, таких как клубеньки и галлы, что отличает их от симбиотических и некоторых патогенных микроорганизмов. Эта работа заключается в возможности использования дикорастущих, в том числе сорных, и декоративных растений, в качестве источника эндофитных бактерий и выделения уникальных штаммов микроорганизмов с комплексом экономически полезных свойств. Микроорганизмы определялись способностью фиксировать атмосферный азот, мобилизовать нерастворимые фосфаты, подавлять развитие патогенов, а также стимулировать рост растений.

## Введение

Эндофитные бактерии являются перспективными микроорганизмами для создания на их основе фитозащитных биопрепаратов пролонгированного действия, так как они способны стимулировать рост растений, улучшать их питание, индуцировать системную устойчивость к болезням, снижать заболеваемость растений, которая обусловлена патогенными грибами и бактериями, нематодами и насекомыми, а также увеличивать продуктивность сельскохозяйственных растений. Кроме того, эндофитные бактерии способны передаваться растениями из поколения в поколение, сохраняясь в растительных тканях (Chebotar V.K., 2015).

В настоящее время изучение эндофитных бактерий ведется активно во всем мире. В подавляющем большинстве случаев источником выделения эндофитных бактерий являются культурные пищевые и технические растения. При этом ресурсы дикорастущих, в том числе сорных растений, а также декоративных растений практически не затронуты. Эндофитные бактерии, населяющие данные группы растений, могут обладать уникальными свойствами, полезными для применения бактерий в сельском хозяйстве.

Целью данной работы является выделение штаммов эндофитных микроорганизмов из различных дикорастущих и декоративных растений и изучение их хозяйственно-полезных свойств.

## Методы исследования

Работа проводилась в течение 2019/2020 года. Для проведения работы использовался ряд стандартных микробиологических методов: изоляция и культивирование бактерий на различных средах, в том числе селективных (среда Муромцева, среда Эшби и т.п.), микроскопирование, проведение морфологического и биохимического изучения бактерий. Также была проведена оценка фитотоксичных и ростостимулирующих свойств бактерий. антагонистическую активность выделенных штаммов определяли в отношении фитопатогенного гриба из рода *Fusarium*.

Микробиологические работы были выполнены согласно Методических рекомендаций (Лысак В.В., Желдакова Р.А., 2002).

## Результаты и их обсуждения

В результате нами был выявлен штамм бактерии Об из растений одуванчика, который проявлял фосфатмобилизующую и азотфиксирующую активность, а также обладал фитостимулирующим действием на проростки модельного растения – салата. Он является грамотрицательным, каталазоположительным, представляет из себя подвижные палочки. На среде МПА колонии среднего размера, блестящие, гладкие, насыщенно-желтого цвета. Данный штамм будет изучен нами в полевых условиях и при положительных результатах будет предложен для создания биопрепарата с комплексным действием.

## *Литература*

1. Chebotar V.K. Endothytic bacteria in microbial drugs that improve plant development// Applied Biochemistry and Microbiology. Vol. 51. 2015. № 3.Р. 271-277
2. Лысак В.В., Желдакова Р.А. Микробиология: методические рекомендации к лабораторным занятиям, контроль самостоятельной работы студентов.–Мн.: БГУ, 2002.–97 с.

## ТЕПЛИЦА – АККУМУЛЯТОР: ТЕПЛО - АККУМУЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ С ЛАТЕНТНЫМ НАКОПЛЕНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ТЕПЛИЦ

*Максимович А.А., Войтехович А.В., научный руководитель - Бондаренко С.Н.  
Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет»  
e-mail: sasha-0-1999@mail.ru*

**Summary.** *The innovating solution for the environmentally friendly renewable energy sources' use for the energy-saving technologies in the agricultural sector is proposed. For creating latent heat-accumulating materials for greenhouses heating it is proposed to use household and industrial utilized products. It means that one can use utilized plastic containers, utilized foil bags for household, industrial utilized products such as iron scale, as well as some industrial utilized products containing crystal hydrates of inorganic salts.*

В представленной работе предлагается инновационное решение по использованию экологически чистых возобновляемых источников энергии для реализации энергосберегающих технологий в аграрной сфере. Для создания латентных теплоаккумулирующих материалов для подогрева теплиц предлагается использование бытовых и техногенных отходов. Это использованная пластиковая тара, фольгированные пакеты бытового назначения, техногенные отходы типа железной окалины, а также некоторые отходы производства, содержащие кристаллогидраты неорганических солей.

Устойчивое развитие современной цивилизации с её постоянно возрастающим энергопотреблением в перспективе может быть обеспечено только за счёт надёжных и экологически безопасных возобновляемых источников, одним из которых является энергия Солнца. Проблема аккумулирования тепловой энергии является одной из ключевых при разработке и создании эффективных энергоустановок на возобновляемых источниках энергии. Особенно остро эта проблема встает при эксплуатации гелиоустановок, для которых характерна сильная временная нестабильность солнечного излучения преобразуемого для нагревания теплоносителя, как в течение суток, так и в связи с сезонными изменениями погоды. Накопители энергии выполняют роль своеобразного буфера, согласующего режимы генерации и потребления тепла, которые, как правило, не совпадают.

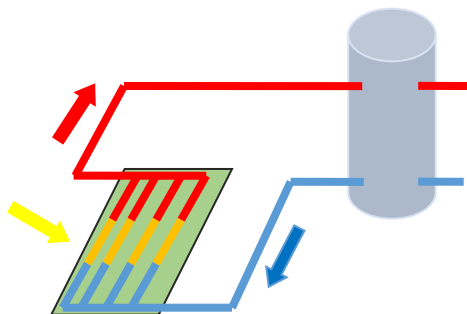
Наибольший эффект аккумулирования тепловой энергии от возобновляемого источника (солнечной энергии) возможно получить для реального теплового аккумулятора одним из трёх известных способов: за счёт собственной теплоемкости аккумулирующей среды путём нагрева теплоаккумулирующего материала (ТАМ) без его фазового или химического превращения, за счёт теплоты фазового превращения вещества, и/или за счёт химической энергии продуктов обратимой химической реакции.

Нами предлагается один из вариантов такого объединения с использованием дешёвых нетрадиционных материалов на основе бытовых и техногенных отходов. В традиционных аккумуляторах «физического» или т.н. «ощутимого» тепла в качестве аккумулирующей среды обычно используется вода, которая имеет плотность аккумулирования  $70 \text{ Вт}^*\text{ч/кг}$  и высокую теплоемкость. Более высокой плотности энергии достигают, если аккумулирующая среда в температурном диапазоне между зарядкой и разрядкой изменяет агрегатное состояние. Преимуществом этих сред, аккумулирующих скрытое тепло за счёт фазового перехода, является малое повышение температуры аккумулятора при большом поглощении тепла. Однако для сохранения т.н. «ощутимого» и скрытого тепла для долговременного аккумулирования требуется хорошая тепловая изоляция аккумулятора.

При термохимическом аккумулировании тепло поглощается и выделяется в результате обратимых термохимических реакций. Подходящими обратимыми реакциями в низкотемпературном диапазоне являются, процессы абсорбции рабочей среды твердым веществом - цеолитом. Такой абсорбционный аккумулятор заряжают путем подвода тепла и выделения из твердого адсорбента испаряющегося вещества, в случае цеолита - воды. С этой целью в аккумулирующую среду можно подавать сухой нагретый газовый поток; при этом вода, вытесняемая при зарядке в результате десорбции, поглощается горячим сухим газовым потоком и выходит вместе с ним из аккумулятора. Чтобы впоследствии выделить адсорбционное тепло, в заряженную аккумулирующую среду подают водяной пар, при захвате которого адсорбирующим воду материалом высвобождается энергия связи в форме тепла. Известны термохимические аккумулирующие материалы, в которых в результате химической реакции при подводе тепла происходит выделение некоторого вещества (зарядка). Если это вещество впоследствии подавать в заряженный аккумулирующий материал, то в результате обратной химической реакции происходит выделение реакционного тепла (разрядка). Например, известны термохимические аккумулирующие материалы, в которых при подаче тепла происходит реакция разложения, и образуются, по меньшей мере, один продукт разложения и одно (испаряющееся) вещество. Если позднее к продукту разложения снова подают вещество, то выделяется реакционное тепло. Примерами таких материалов являются кристаллогидраты некоторых солей:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $T_{\text{пл.}} = 32^\circ\text{C}$ ;

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $T_{\text{пл.}} = 32^\circ\text{C}$ ; плотность аккумулирования 322 Мдж/м<sup>3</sup> и 322 Мдж/м<sup>3</sup> соответственно. Плотность аккумулирования теплоты в значительной степени зависит от метода аккумулирования и природы теплоаккумулирующего материала. Теплота может быть аккумулирована в химически связанном виде в топливе. При этом плотность аккумулирования соответствует теплоте сгорания, кВт\*ч/кг: нефть - 11,3; уголь - 8,1. При термохимическом аккумулировании теплоты в цеолите (процессы адсорбции - десорбции) может аккумулироваться 286 Вт\*ч/кг теплоты. Плотность аккумулирования теплоты в твердых материалах (скальная порода, галька, гранит, бетон, и т.п.) составляет 14-17 Вт\*ч/кг, а в воде - 70 Вт\*ч/кг. При фазовых переходах вещества плотность аккумулирования значительно выше, Вт\*ч/кг: лед (таяние) - 93; парафин - 47; гидраты солей неорганических кислот от 40 до 130 Вт\*ч/кг. Бетон, удельная теплоемкость которого составляет 1,1 кДж/(кг\*К), удерживает лишь ¼ того количества тепла, которое сохраняет вода того же веса. (теплоёмкость 4,19). Однако плотность бетона (кг/м<sup>3</sup>) значительно превышает плотность воды. Вода, несмотря на то, что обладает плотностью меньшей, чем бетон, имеет теплоемкость на 1 м<sup>3</sup> (2328,8 кДж/м<sup>3</sup>), выше, чем бетон, в силу ее значительно большей удельной теплоемкости. Низкая удельная теплоемкость бетона в значительной степени компенсируется его большой массой, благодаря которой он удерживает значительное количество тепла (1415,9 кДж/м<sup>3</sup>).

Принцип подогрева теплицы с использованием гелиоколлекторов и теплоаккумулирующих материалов - накопителей солнечной энергии следующий:



1. Солнце нагревает воду в коллекторе, изготовленном из использованной пластиковой тары (ПЭТ ёмкостей и фольгированных пакетов).



2. Нагретая вода подаётся по коллектору и трубе в теплообменник тепло от которого передаётся к баку-аккумулятору с водой и твердым теплоаккумулирующим композиционным материалом. Теплоизоляцию бака эффективно обеспечивает облицовка блоками из пеностекла.

3. Охлаждённая вода перемещается вниз по спирали теплообменника и поступает из нижней части бака обратно в коллектор

5. Вода, нагретая в баке, передаёт тепло твёрдому термоаккумулирующему составу, накапливается и сохраняется в виде теплоты фазового перехода и обратимых термохимических реакций. Имеющаяся обычно в наличии емкость бака-аккумулятора является достаточной для аккумуляции энергии в солнечные дни при верхнем диапазоне температур (в условиях РБ до 85 °С) и её сохранения в течение 1-7 дней.

УДК 0200200

## 白鹤芋水培试验研究

田葭荟

沈阳工学院 生命工程学院

e-mail: 2397415140@qq.com

**Summary.** *Because the white crane taro is popular with the public, it provides experience for the production and daily maintenance management of the white crane taro by hydroponic testing according to the growth habits and morphological characteristics of the white crane taro.*

### 1. 项目立项背景及重要意义

白鹤芋可以过滤室内废气，对付氨气，丙酮，苯和甲醛都有一定功效。用水根栽培的白鹤芋，可以透过蒸散作用调节室内的温度和湿度，能有效净化空气中的挥发性有机物，如：酒精、丙酮、三氯乙烯、苯、甲苯、一氧化氯、臭氧等。其中尤其是针对臭氧的净化率特别高，摆放在厨房瓦斯旁，可以净化空气，去除做饭时的味道、油烟以及挥发物质。

### 2. 相关领域国内外研究现状与发展趋势

1874 年白鹤芋从南美的热带地区引种欧洲。主要在欧洲一些著名植物园中栽培。20 世纪初开始应用于盆栽观赏，到 80 年代在欧洲已十分流行，视白鹤芋为“清白之花”，具有纯洁平静、祥和安泰之意。白鹤芋在欧洲的发展过程中，荷兰、比利时发展较快，如荷兰的门·范文公司、亨克·布拉姆种苗公司和比利时的德·迈耶—德鲁克公司都以盛产白鹤芋而闻名。近年来，美国的迈尔斯通（Milestone）农业公司、赫梅特国际公司、奥格尔斯比植物实验室，以色列的阿格雷克斯科（Agrexco）农业出口公司、本泽苗圃公司、亚格（Yagur）苗圃公司和德国的沃尔夫冈（Wolfgang）公司，丹麦的戴恩费尔特公司都以产业化生产白鹤芋供应市场。目前，荷兰盆栽白鹤芋的年销售额已达 1990 万美元，列荷兰盆花生产的第九位。说明白鹤芋的盆花生产已受到各国重视，竞争十分激烈，其前途还是看好。中国白鹤芋的栽培时间较短，从 20 世纪 80 年代末开始引种并投入小规模生产。而目前发展极快，南方各省和全国大城市相继通过组培繁殖，大量繁殖种苗，市场盆栽白鹤芋的货源充足，价格已大幅度下降，开始进入千家万户。

### 3. 研究方法、原理及拟解决的主要技术问题与技术关键

分别配制了三种不同的营养液：日本园试配方(1/1)、日本园试配方(1/2)、观叶植物配方(1/1)进行水培对比实验。

白鹤芋在日本园试配方(1/1)营养液中，新叶萌发数量为 5 片，出现黄叶 2 片。整体植株发黄，长势不太好；白鹤芋在日本园试配方(1/2)营养液中，第一周长势良好，新叶萌发 4 片。但一周以后，植株几乎停止生长，新叶停止萌发，出现死叶 1 片；白鹤芋在观叶植物配方营养液中，

新叶萌发数量为4片,黄叶1片,死叶1片。枝叶碧绿青翠,整体长势良好;三周过后,三株植物普遍表现为生长缓慢,估计与营养液未及时更换有关;在日本园试配方(1/1)营养液中,叶片周边发黄,可能日晒过量,也可能缺钾元素。

#### 4. 实验结论

白鹤芋在水培中,适宜用观叶植物配方营养液,日本园试配方(1/2)营养液不能充分供应白鹤芋生长所需的物质,日本园试配方(1/1)营养液不适合白鹤芋的生长。

УДК 633.853.494:631.5(510)

## ПРОИЗВОДСТВО КИТАЙСКОГО РАПСА И ЭФФЕКТ СБАЛАНСИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ

*Дэн Жуцзе, научный руководитель - Малько А. И.*

*Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»*

*e-mail: rujiedeng@gmail.com*

**Summary.** *The article is devoted to rapeseed as an important crop with high economic value. The areas of application of rapeseed, the importance of this crop for China and the need for balanced fertilization of rapeseed crops to obtain high yields are indicated.*

Рапс – одна из основных культур и масличных культур в Китае и в мире, имеющая высокую экономическую ценность. В семенах рапса содержится 35–50 % жира, 19–31 % хорошо сбалансированного по аминокислотному составу белка, 5–7 % клетчатки. По содержанию жира и сумме жира и белка он превосходит сою, уступает только подсолнечнику и горчице.

Ныне во многих странах рапс возделывается прежде всего как масличная культура. Канольное масло широко потребляется в пищу во многих странах мира: для жарения, салатов, изготовления маргарина и т. п. По вкусовым качествам оно приравнивается к оливковому, пользуется спросом и считается одним из лучших растительных масел. Оно долго сохраняет прозрачность, не приобретает неприятного запаха под воздействием воздуха, как, например, соевое. Улучшение качества рапсового масла вызвало во всем мире резкое увеличение спроса на него. В США канольное масло с 1985 г. имеет официальный статус безопасности для потребления его человеком.

В мировой торговле рапсовое масло, включая горчичное, по объему импорта и экспорта стоит на четвертом месте после пальмового, соевого и подсолнечного. Из семян рапса не только производят горчицу, но они являются одним из важных источников ароматических веществ.

Рапс находит применение также в качестве кормовой культуры – используется на зеленую массу, сенаж и травяную муку в чистом виде и в смеси с другими растениями. Кроме того, рапс — хорошая пастбищная культура для свиней и овец, так как он быстро растет и богат белком, в состав которого входит сера. Выпас овец на посевах рапса снижает их заболеваемость и увеличивает выход шерсти и мяса. Рапс – зеленое удобрение и отличный медонос – с 1 га посевов пчелы собирают до 90 кг меда.

После переработки семян на масло рапс дает достаточно полноценные по количеству и качеству белка жмыхи и шроты. Его белок, как и белок сои, близок по составу к белку яиц, молока и коровьего масла. Жмых, очищенный от семенной оболочки, которая снижает его перевариваемость, приближается по своему качеству к жмыху сои.

Как высокобелковая культура, хорошо сбалансированная по аминокислотному составу, рапс является одним из перспективных источников обеспечения животноводства полноценными белками.

Его также можно выращивать в качестве ландшафтной культуры.

Возрастает спрос и на непищевое использование рапса. В последнее время большое внимание уделяется проблеме производства жидкого топлива из растительных источников, в частности для северных районов может быть использовано рапсовое масло. С ужесточением норм на токсичность выхлопных газов автомобилей биотопливо из рапсового масла может стать одним из вариантов решения этой проблемы.

Принято считать, что у рапса есть два центра происхождения. Центры происхождения рапса капустного типа и рапса горчичного типа находятся в основном в Китае и Индии. Рапс выращивается в Китае более трех тысяч лет. По агрономическим характеристикам рапс делится на рапс капустный и рапс горчичный.

В Древнем Китае рапс капустного типа назывался брассика и кориандр. В 1930–1940 гг. *Brassica napus* был завезен в Китай из Северной Кореи и Японии.

Этап быстрого развития производства рапса начался в 1980-х гг. С 1999 г. Китай стал крупнейшим производителем рапса в мире. В последние годы годовые площади под рапс достигли 7 млн. га, а годовой объем производства – 10 млн. т. За исключением Пекина, Тяньцзиня, Ляонина и Хайнаня, в настоящее время засеяны 27 провинций, автономных районов и муниципалитетов.

Рапс имеет разные периоды роста и может быть разделен на две основные области производства: яровой рапс и озимый рапс. Восток горы Люпань, юг реки Яньхэ и восток горы Тайюэ – районы озимого рапса, запад горы Люпань, север Яньхэ и запад горы Тайюэ – районы ярового рапса. По площади посадки и общей производительности в производстве рапса в Китае преобладает озимый рапс. В настоящее время в Китае доминирует *Brassica napus*, на долю которого приходится более 70 % общей площади рапса.

Период роста ярового рапса составляет 80–130 дней, озимого – 160–280 дней. Жизненный цикл рапса можно разделить на пять основных стадий роста: прорастание, стадия всходов, стадия бутонизации и закрепления, стадия цветения и стадия развития стручка. Характеристики роста и условия окружающей среды на разных стадиях роста различны. Семена рапса могут прорасти и нормально расти при уровне рН почвы 3,5–7,4, наилучшим является рН 5,9.

Рапсу нужно больше удобрений. Потребность его в азоте и калии в три раза больше, чем у зерновых культур, а потребность в фосфоре в 3,5 раза больше, чем у зерновых культур. Поглощение кальция и бора также намного выше, чем у других культур. Дефицит бора может легко вызвать цветение и опадение. Следовательно, для выращивания рапса необходимы плодородная почва, хорошие условия дренажа и аэрации.

Азотные, фосфорные, калийные и боросодержащие удобрения следует вносить сбалансированно на основе результатов испытаний почвы. Рекомендуется вносить удобрения в глубокие борозды и отдельными дозами. Обычно используют 40–50 % азотных удобрений, фосфорные удобрения, калийные удобрения и органические удобрения в качестве основного удобрения.

Если структура почвы легкая, рекомендуется использовать 30–40 % калийных удобрений в качестве подкормки. Удобрение для рассады вносится после закладки рассады, что составляет 50 % от количества азотных удобрений. Рапс чувствителен к бору. Дефицит бора может легко привести к растрескиванию стеблей, появлению цветков и стручков, и цветок не будет плодоносным. Обычно при эффективном содержании бора в почве менее 0,5 мг / кг следует применять борные удобрения.

По данным Kleffmann Group, общая площадь, засеянная рапсом в мире в 2019 г., составила 35 млн га. Пять лидеров по посевным площадям засевают 29,8 млн. га, что

составляет 85 % от всех посевов в мире: Канада – 8,4 млн. га; Индия – 7,3 млн. га; Китай – 6,6 млн. га; ЕС – 5,6 млн. га; Австралия – 1,9 млн. га.

УДК 582.288:581.92

## ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИЗОЛЯТОВ ГРИБОВ РОДА ТРИХОДЕРМА

*Харитончик А. Р., научный руководитель- Русских И. А.*  
*Учреждение образования «Республиканский центр экологии и краеведения»,*  
*Учреждение образования «Гимназия №42 г. Минска»*  
*e-mail: olgaburda@tut.by*

**Summary.** *The development of the organic agriculture all over the world and in Belarus has shown the importance of studying and introducing the biological methods of controlling plant diseases during last 10-15 years. This work aims to study various microorganisms that can form the basis of modern plant protection products without damaging the environment and human health.*

*40 strains of fungi were extracted from several soil types, the fruiting bodies of some fungi and wood connected with agrosystem of Belarus. In general, the study showed that local species of fungi Trichoderma can be defined for the later use as an alternative to pesticides in the local agrosystem.*

**Ключевые слова.** грибы, штаммы, почва, древесина, болезни, изоляты.

Грибы – это обширная группа организмов, число видов которых по Хоуксворду может достигнуть 1.5 миллиона. Одним из наиболее изучаемых грибов в настоящее время является род *Trichoderma*. Виды *Trichoderma* являются продуцентами ферментов (целлюлаз, хитиназ, пектиназ, ксиланаз, серинзависимых протеиназ и др.), используемых в целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности, в производстве моющих средств, в получении спирта, преобразовании отходов, содержащих целлюлозу в глюкозу, получении кормовых добавок и текстильной промышленности. На основе антибиотиков, токсинов, ферментов грибов этого рода получают препараты для биологического контроля болезней и стимуляции роста растений. *Trichoderma* также используется для биологической очистки почвы и получения компостов. Известны также и другие свойства *Trichoderma* spp. Так, выявлены виды *Trichoderma*, поражающие выращиваемые промышленным способом грибы и повреждающие строительные конструкции. Они могут быть причиной аллергии и глубоких микозов у людей со сниженным иммунитетом. Представителей рода *Trichoderma* можно найти практически во всех почвах. Их считают, по крайней мере частично, ответственными за эффект биологического контроля фитопатогенов в супрессивных почвах, на которых зерновые и деревья не подвергаются действию патогена и выделению в окружающую среду микотоксинов. Обнаружена способность метаболитов *Trichoderma* подавлять жизнедеятельность насекомых.

В настоящее время перед микологами, изучающими *Trichoderma*, стоит ряд вопросов: по систематическому положению вида, адекватным методам идентификации, построению естественного филогенетического древа, географической распространенности, разнообразию и выявлению способности к антагонистической активности к фитопатогенам среди всех видов этого рода, наличию в природе новых видов, которые еще могут быть найдены и т. д. (Алимова Ф., 2005).

Целью данной работы является изучить распространенность грибов рода триходерма в сельскохозяйственных и городских землях различного происхождения, отыскать потенциальные источники выделения триходермы и создать коллекцию штаммов триходермы различного происхождения.

Для достижения поставленной цели нами было запланировано решение ряда задач:

- 1) отобрать образцы почв и прочих материалов для выделения триходермы;
- 2) провести выделение грибов из отобранных материалов и изолировать образцы триходермы;
- 3) провести отбор однородных морфотипов триходермы для создания коллекции изолятов;
- 4) изучить изоляты по комплексу морфологических признаков.

Работа проводилась в течение 2019/2020 года. Для проведения работы использовался ряд стандартных микробиологических методов: изоляция и культивирование грибов на различных средах, в том числе селективных (среда Чапек, Среда Чапек с КМЦ), микроскопирование, проведение морфологического изучения грибов. Также была проведена оценка роста мицелия грибов.

В результате, из отобранных материалов нами были выделены быстрорастущие штаммы грибов рода Триходерма, которые в перспективе могли бы использоваться в производственных условиях.

#### *Литература*

1. Ф.К.Алимова, Современная систематика Trichoderma/Хупоцреа? 2005 (<https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-sistema-trichoderma-hypocrea/viewer?fbclid=IwAR3TSpPifG9ouEChriPUo-Pjg343PO7VaQ9aXHygebL9iTIsgpT9Ph5M58>).

## **INFLUENCES OF STORAGE CONDITIONS ON BEEF**

*Jiaqing Wang*

*China-Russian International Joint research Laboratory of food biotechnology,  
Shenyang Institute of Technology Fushun*

*e-mail: 279132974@qq.com*

**Summary.** *This study aimed to explore the influences of different storage conditions on beef texture from both micro-perspective and macro-perspective. In this study, the postmortem beef was stored under three storage conditions, i.e. (1) freezing point temperature + vacuum packaging (Cv), (2) 0°C + vacuum packaging (Zv), (3) 4°C + vacuum packaging (Fv). During the storage, sulfhydryl group (-SH) content, myofiber diameter, sarcomere length (SL), myofibril fragmentation index (MFI) and shear force (SF) were determined regularly. The result showed that: under above three conditions, both -SH content and myofiber diameter gradually decreased while MFI increased. With the treatment of Cv, Zv and Fv, myofiber diameter decreased by 46.67%, 52.27% and 57.23% respectively on the 24th day. The SL was minimized at the 1st day with Zv and Fv condition and at the 4th day with Cv condition. The SF of three types of samples behaved in the similar pattern as increasing firstly and then decrease, however, the change of samples with Cv condition was much slower than those with Zv and Fv condition. Therefore, we conclude that Cv condition can effectively delay the rigor mortis and rigor-off processes of beef, and thus, enable the beef maintain good quality for a long time, following by Zv condition and then Fv condition.*

Beef has a large customer market and enjoys an increasing demand for its high protein, low fat and delicious taste. The traditional cold storage technology can only maintain beef freshness for a short period, which result in the imbalance between demand and supply and so brings some economic and demand losses for merchants and customers. In addition, the freezing technology has some disadvantages in maintaining the quality of beef such as flavor deteriorating quickly and nutrients losing rapidly. The shelf life of fresh material can be prolonged by controlled freezing point storage at non-freezing temperature-zone between the freezing point of water and that of an individual material with good quality retention.

In recent years, controlled freezing point (CFP) technique has been applied in the storage of blueberry, spinach, green beans, pears, *Penaeus vannamei* and chicken. Researchers have showed that the shelf life of fresh pork can be prolonged appreciably by using CFP. However, the study about CFP on the storage of beef storage is rarely reported comparing to the wide application of CFP in fruit, vegetable and aquatic products. Therefore, in this study, we focused on the possibility of using CFP to promote the shelf life of beef.

During the storage of meat products, the degradation and oxidation of proteins were the main reasons for the disordered and damage muscle structure. The main purpose of this study was to used different texture indicators (-SH content, myofiber diameter, SL, MFI and SF) to evaluate the influences of Cv, Zv and Fv on the beef texture.

This study analyzed the texture of *Longissimus dorsi* of beef. The oxidation of proteins caused the continuous decrease in -SH content; during the rigor mortis and rigor-off processes, SL initially decreased and then increased as the decrease in myofiber diameter; MFI constantly increased with the function of endogenous enzymes and micro-organisms; SF of meat decreased initially and then increased, and meat tenderness changed accordingly. In summary, the lower temperature brought the better quality at a time point. Cv condition significantly delayed the process of qualitative change in meat products, and played a positive role in assuring meat quality, comparing with Zv and Fv condition.

УДК 0200200

## **PATHOGENICITY OF BEAUVERIA BASSIANA AGAINST LOCUSTA MIGRATORIA MANILENSIS**

*Meyen, Haifeng Wu*  
**Shenyang Institute of Technology**  
*e-mail: feiyue1137@126.com*

**Summary.** *Locusta migratoria manilensis* (Meyen) is one of lawn pests, feeding a variety of grasses. Locusts nibble grass blades on the lawn great harm, leading to deterioration of the ecological environment, affecting people's appreciation entertainment. Therefore, prevention is important for landscape ecological protection lawn locusta. The traditional chemical control of environmental pollution, not very environmental protection. Maximize the use of biological control can reduce the pollution of the surrounding environment, while at the pest control meet the people close to the green demand. *B. bassiana*, as an entomogenous fungi, had been widely used for pests control for several decades, which could be a potential control way efficient control and keep species diversity, ecological balance, excellent control. However, very few research was reported for locusta control on garden lawn by using *B. Bassiana*.

This experiment was 5 dominant strains, screening of high virulent strains of locusts, by impregnation method and feeding method, get the best method of indoor bioassay of locusts, The phenol oxidase activity in the locust, *B. bassiana* pathogenicity by time. All the research provide the feasible basis for additive proportion and field application, The conidia of *B. bassiana* powder in germination rate, Pr1 protease activity bioassay to *Ostrinia furnacalis*. *B. bassiana* powder obtained long-term preservation conditions, thereby prolonging the shelf life of *B. bassiana* formulation. also support for new garden lawn biological control research. The result of this study are as follows:

1. The dominant strain 5 tested were effect on locusts are pathogenic, dead larva mortality in 50.%-80.%, The strain D4-2-1 on locust dead rate is highest, so D4-2-1 high virulent strains.

2. Through the locust bioassay of dipping method and feeding method, test data show that at spore concentration is  $1 \times 10^8$ /mL, it has the best control effect on *Locusta migratoria manilensis*. But

because the  $1 \times 10^7$ /mL with the mortality of  $1 \times 10^8$ /mL mortality difference, so the  $1 \times 10^7$ /mL concentration is optimum, The LT50 of spore suspension with dipping method is 7.4d,; The LT50 of feeding method is 8.9d, The feeding method is the best method of indoor bioassay of locusts. The phenol oxidase activity in the locust, the optimum time of *B. bassiana* infection is 48h.

3. The control effect of lawn locust, results: Suspoemulsion mortality rate was 74.2%, Bt bacterium mortality rate was 72.2%, *B. bassiana* bacteria mortality rate was 70.1%.

4. Test the population dynamics of *B. bassiana* surviving in lawn during 30 days by PPDA medium, we found that different strains of time has a great influence to the Spore viability. Each cell showed obvious changes, the overall downward trend evident. After application the lawn every part of colony persistent distribution for soil > leaf > air; the best application time is 6:00 p.m.

5. On the basis of screening different levels of carbon, nitrogen sources, the trial will *B. bassiana* high pollen preparation process needed nutritional requirements, the orthogonal experiments are conducted under the different raising temperature with different supplementary carbon and nitrogen sources. Spore germination rate, Pr1 protease activity, bioassay, as the main index, Screening to determine a suitable high pollen powder formulations of *B. bassiana* is : 95% *B. bassiana* + 2% maltose + 3% peptone, *B. bassiana* powder suitable for cryogenic preservation, the optimum temperature is -20 °C, 4 °C and room temperature. The optimum water content is 5%, 10%.

When *Beauveria bassiana* invades the skin surface of insects, it secretes various enzymes to destroy the body wall to complete the infection. For different types of insects, the effect of each enzyme is different; similarly, for the same insect, different types of *Beauveria* The type and amount of secreted enzymes are also different. This requires us to make a reasonable analysis of its host, enzymes and enzyme amount when judging whether a strain of *Beauveria bassiana* is excellent. In the next step, we need to make a more complete analysis. Screening system and evaluation system of *Beauveria bassiana* strains.

In conclusion, we get the optimum storage condition and D4-2-1 with high toxicity can be used as the next step Orthoptera garden lawn locust biocontrol fungi. based on all the data from physiology, biochemical and bioassay analysis.

УДК C0202

## EFFECTS OF SOIL REMEDIATION AGENTS AND MICROBIAL AGENTS ON SOIL ENZYME ACTIVITIES

*Lin Han*

*Shenyang Institute of Technology*

*e-mail: 389723916@qq.com*

**Summary.** *Soil remediation agents and microbial agents can improve crop yield and improve crop quality, and amaranth is rich in a variety of nutrients, many of the body needs vitamins, proteins and various minerals. Therefore, soil remediation agent and microbial agent were used to treat amaranth. The results are as follows: In the cultivation process of amaranth, if the soil remediation agent is applied, the applied concentration should be 2 g•L<sup>-1</sup>; If the application of microbial agent, the application of concentration should be 1 g•L<sup>-1</sup>.*

### 1. Introduction

Soil remediation agent is a kind of soil improver, which can improve the physical properties of soil, promote the absorption of crop nutrients, regulate the structure of the microbial community in the soil, increase the microbial activity, and thus improve the soil enzyme activity [1]. In order to protect the land, realize the sustainable development of land use and improve the yield and quality

of crops, scientists have developed and developed a variety of new soil improvers, and explored the effects of different soil improvers on saline-alkali land improvement [2,3].

Microbial agents refer to the viable bacterial preparations made by the separation and purification of microorganisms in the soil or by processing and propagation, which have the functions of reducing diseases and insect pests, enhancing the organic nutrients in the soil, promoting the growth and development of crops, increasing the yield and quality, and improving the activity of soil enzymes[4,5].

Repair agent and soil microbial agents has high efficiency, low cost, can protect the characteristics of the soil environment, and can promote root growth, improve the condition of soil and crop physiological metabolic rate, improve the continuous cropping soil enzyme activity, avoids the single fertilizer make the soil nutrient imbalance, soil damage. In this experiment, soil remediation agents and microbial agents were used to treat soil respectively to study their effects on soil enzyme activity.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Test Materials

Soil remediation agent, microbial agent, soil in greenhouse of shenyang institute of technology.

### 2.2. Test Methods

Remediation agents and microbial agents were added to the soil, and 4 treatments with different concentrations of the two substances were set respectively, with clear water as the control group. Measurement was made one month after treatment. The applied concentrations of the two treatments are shown in table 2.1 and table 2.2.

Table 2.1 Concentrations of restorants and microbial agents (g•L<sup>-1</sup>)

Numble	Restorants	Microbial agents
1	0	0
2	1	0.25
3	2	0.5
4	4	1
5	8	2

## 3. Conclusion

Soil remediation agent can significantly improve the activity of soil catalase, soil cellulase, and soil sucrose. After comprehensive consideration, the most suitable concentration is 4g/L.

Microbial agents can significantly improve soil sucrose activity, soil catalase activity and soil cellulase activity, and the most suitable concentration is 0.25g/L.

### Acknowledgments

This work was financially supported by the young backbone teacher research fund of Shenyang Institute of Technology.

## References

1. Yang kai, liu hongmei, xiao zheng wu. Research progress of soil improvers and their application in various soil improvement [J]. Anhui agricultural sciences, 2008,46 (21) : 39-41.
2. Zhang liming, deng wangang. Research and application of soil improver [J]. Journal of south China tropical agricultural university, 2005 (02) : 32-34.
3. Liu weitao, zhou qixing. Effects of different soil modifiers and their combinations on reducing cadmium and lead contents in Chinese cabbage [J]. Journal of environmental science, 2010,30 (09) : 1846-1853.
4. Song fengming, liu jianhua, wu caiqiong. Overview of the development and application of soil microbial agents [J]. Journal of jiangxi agriculture, 2015,27 (10) : 38-42.



5. Zhang jie, zhu rensheng, wang chunfang. Advances in the application of bacillus subtilis in agriculture [J]. Modern agricultural science and technology, 2019, (13) : 163-170.

УДК 721.01

## THE RESEARCH ABOUT RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDING

*Chen Jingke*  
*Belarusian National Technical University*  
*e-mail: 2971587370@qq.com*

**Summary.** *This paper analyzes and studies the status quo of old houses in the city, and shows the contradictions between old houses and modern life. These contradictions can be resolved to a certain extent through low-cost renovation. And put forward the principles and principles of transformation.*

Since the 1980s, China has built many urban apartments to solve people's living problems. With the development of society, many changes have taken place in the family population, composition(structure), and people's expectations for comfort and effectiveness. People have more demands for housing: such as the desire to increase the area of the house and improve the house type. The problems of old houses are beginning to become prominent.

Old-fashioned housing accounts for a considerable proportion of the total existing housing in cities. The structure of these houses is basically intact, but due to the early construction period, the facilities such as bathroom and kitchen equipment may not be perfect, and the corresponding municipal pipelines for tap water/natural gas/sewage are lacking. The layout is not ideal. In addition, there are problems such as small balcony area, inability to flexibly control temperature of heating, and unreasonable parking facilities.

Reconstruction rather than demolishing and rebuilding houses can reduce the formation of construction waste, which has a positive significance for environmental protection. Adjusting and changing the architectural space according to the development requirements of the city or building and meeting the needs of urban residents are a comprehensive work that selectively preserves or protects and improves environmental quality through various methods.

Commonly used transformation methods are as follow:

- \*Adjusting the building area of the apartment, such as combining two small units into a large unit;
- \*Adding elevators, wheelchair passages, and accessibility measures in the residence as needed;
- \*Adjusting the use of the internal space of the residence to expand the kitchen, bathroom and auxiliary rooms.

Principles of residential reconstruction:

1. The renovation design should be oriented towards the future, combining with the concepts of building energy saving, harmless waste disposal and barrier-free design. [1, c .234-237]

2. According to the specific conditions of the residence, different degrees of transformation can be divided into: general repair, replacement of doors and windows, addition of equipment, addition of floors, and overall renovation of the internal structure of the reservation. There are many ways to update according to the specific situation of the building: *rebuild totally, rebuild partly, renovation, infilling, interior change, and repair.*

3. The renovation should be carried out in different stages and different goals. According to the actual situation, a variety of solutions are provided to meet the needs of different residents.

4. The transformed residences should have better climate adaptability. For example, the thermal insulation performance of northern residences should be improved, and the ventilation and moisture-proof performance of southern residences should be improved.

## *References*

1. Han Yi. Research on Policy and Redevelopment of Old Residential Districts Renewal and Reconstruction -2005 Vol 19, 3 "Engineering Construction and Archives" P234-237.

# СЕКЦИЯ «ИНДУСТРИЯ 4,0: БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ, АВТОНОМНЫЕ РОБОТЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИМУЛЯТОРЫ, ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, 3D-ПЕЧАТЬ, ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ»

УДК 658.78

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Кицун А.В., Полешук Е.Н.*

*Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»  
e-mail: 297775801@mail.ru*

**Summary.** *The article discusses the main directions of digital transformation in logistics: unmanned transport, digital platforms, the Internet of things, cloud technologies, 3D printing, automation and robotization of warehouses. Cargo transportation trading platform and TRAFFIC platform. This paper also describes the benefits of implementing various technologies.*

В настоящее время мировая экономика переходит в новую эру, когда все составляющие цифрового мира объединяются, а искусственный интеллект (ИИ) вырывается из лабораторий в повседневную жизнь. Глобальное движение в сторону цифровизации модифицирует и логистику. «Цифра» меняет каналы и форматы товародвижения, а также процессы управления цепями поставок. Поэтому можно утверждать, что сегодня цифровизация становится движущей силой развития логистической отрасли.

Анализ публикаций ученых различных стран позволил выделить существующие в настоящее время основные направления цифровизации в области логистической деятельности, к которым можно отнести следующие:

- 1) переход от «традиционных» цепей поставок к «виртуальным»;
- 2) переход от отдельных IT-решений к платформенным;
- 3) внедрение технологий и использование интернета вещей (IoT);
- 4) использование всех видов беспилотного транспорта;
- 5) применение облачных и технологий Big Data;
- 6) трехмерная 3D-печать;
- 7) автоматизация и роботизация товарных складов.

Рассмотрим каждое из направлений более подробно.

1) Переход от «традиционных» к «виртуальным» цепочкам поставок - это структурные изменения в организации и взаимодействии участников цепи поставок, вызванные развитием и внедрением современных IT-технологий. Недостатками «традиционной» цепи поставок являются ограниченный объем информации, часто возникающие конфликты и несогласованность действий участников. Что же касается «виртуальной» цепи поставок, то приоритетом управления является оптимизация системы всех ее функций и координация происходящих в ней процессов. Общие логистические издержки, возникающие при организации движения материального и сопутствующих потоков, планируются, а риски учитываются в комплексе и разумно распределяются в «виртуальной» цепи так, чтобы интересы отдельных участников были согласованы и скоординированы.

Такие трансформационные изменения цепей поставок позволяют осуществить переход от локальных управленческих решений к единому управлению всех находящихся в отношениях и связях субъектов хозяйствования.

2) Переход от отдельных ИТ-решений к платформенным. Наглядным образцом платформенного решения стал сервис по поиску и подбору грузоперевозчиков и организации мультимодальных перевозок. Для перевозчиков платформа — средство по оптимизации маршрутов и ускорению доставки. Важнейшие эффекты цифровой логистики уже сегодня дает электронный документооборот. На подготовку бумажной документации и задержку доставки, связанную с ее оформлением, приходится 10–15 % транспортных расходов. При внедрении цифровой логистики на основе юридически признанного электронного документооборота эти расходы и сроки доставки могут быть снижены на 20–40 % [1].

3) Внедрение IoT особенно полезно для ритейлеров, развивающих свои распределительные центры и логистические сервисы. Технология помогает уменьшить затраты на перевозку грузов и повысить прозрачность логистических операций. Подключение автопарка к интернету и удаленный мониторинг автопарка снижают операционные затраты за счет оптимизации ремонта и обслуживания техники. Автоматические системы диспетчеризации управляют товарными и транспортными потоками.

4) Беспилотные транспортные средства смогут работать на более широком пространстве в условиях сложного движения, например, перевозить грузы и пассажиров в городах.

5) С помощью технологии Big Data транспортные компании могут лучше управлять трафиком, ежедневно анализировать информацию о транспортных операциях. Используя правильно структурированные и проанализированные данные, можно обнаружить новые неочевидные маршруты и задействовать неиспользованные ресурсы в сложных логистических цепочках. Также аналитика поможет сделать системы транспортировки более гибкими посредством перемаршрутизации доставки в случае непредвиденных осложнений.

6) Трехмерная 3D-печать открывает перспективы создания цифровых складов, где будут храниться уже не предметы, а их виртуальные модели. Заказы будут выполняться на таком складе непосредственно производителем и доставляться потребителю на дом. Одним из первых будет затронут сектор производства запасных частей, электронную модель которых можно будет в очень короткое время загрузить из онлайн-библиотеки в аппарат 3D-печати, изготовить и затем поставить со склада заказчика.

7) Можно выделить следующие предпосылки роботизации склада: осознание необходимости автоматизации, повышенное внимание бизнеса к технологиям, стремление фирм трансформировать и улучшать внутренние процессы, огромный спектр идей для неординарного подхода к автоматизации. Может быть полностью автоматизирована работа морских портов, терминалов, складов и прочих инфраструктурных объектов. Во многих портах мира уже успешно функционируют без непосредственного участия человека контейнерные терминалы.

Таким образом, сетевая экономика, основанная на географически распределенных производственных процессах, привела к росту (до 10 %) логистических издержек в конечной стоимости продукта [2, с. 68]. Цифровизация логистики поможет снизить эту долю, а также повысить эффективность и скорость логистических процессов.

#### *Литература*

1. Shifting patterns the future of the logistics industry [Internet; cited 2020 November 05]. PwC. Available from: <https://www.pwc.com/transport>.
2. Королёва АА. Экономические эффекты цифровой логистики. // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2019. С. 68–76

## ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПУТЕШЕСТВИЙ

*Бови А.А., Латич С.В., Олесик М.В.*

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»*

*e-mail: svlapich@gmail.com*

**Summary.** *A robotic platform for personal luggage transportation is discussed. Choices of the element base, the control system principle, and the protocols for connection with the operator are presented.*

Человеку на протяжении жизни приходится осуществлять большое количество различных поездок: путешествия, туризм, командировки, которые не обходятся без большого количества разнообразных вещей, перевозимых в чемоданах или других переносных платформах. Улучшение данных платформ для транспортировки товаров помогает сократить вероятность утери вещей, а также дает возможность интегрировать часто используемые модули в устройстве. Модернизация таких платформ стала возможной и доступной благодаря внедрению автоматизированных систем в различные сферы жизнедеятельности человека. На сегодняшний день некоторыми компаниями, такими как Bluesmart, Xiaomi, Cowarobot представлены инновационные решения в данной области, однако стоимость данных товаров является достаточно высокой для большинства населения.

Основная сложность при проектировании улучшений для устройств повседневной жизни заключается в выборе элементной базы, которая будет являться оптимальной для осуществления поставленной задачи, а также в анализе и исследовании нужд потребителя для предотвращения перенасыщения функционала устройства. Необходимо отметить, что передвижная транспортная платформа должна иметь правильный центр тяжести для обеспечения устойчивости при движении и не быть слишком тяжелой при необходимости вручную перенести данное устройство.

Целью данной статьи является проектирование транспортной платформы с функцией автоматического следования за человеком, подбор необходимой элементной базы, а также определение возможностей, необходимых для пользователя.

Проектируемая транспортная платформа является системой автоматического управления (САУ). Для передвижения данной платформы будут использоваться электроприводы, управление которыми будет осуществляться на основе алгоритмов управления, задаваемых в центральном вычислительном устройстве: микроконтроллере или микропроцессоре. Электроприводы используются для преобразования электрической энергии в механическую. Управление электроприводами предусматривает операции пуска, регулирования частоты вращения, торможения, реверсирования и т.д. Все САУ по управлению электроприводами можно условно разделить на 3 категории:

- САУ с ручным управлением,
- САУ с полуавтоматическим управлением,
- САУ с автоматическим управлением [1].

В САУ с ручным управлением оператор осуществляет все операции по управлению электроприводами вручную через специальные средства взаимодействия, такие как кнопки, контакторы, магнитные пускатели и т.д. или через отдельные средства управления. Для реализации алгоритма работы не принципиально использование сложных многофункциональных микроконтроллеров. Система должна предоставлять все необходимые средства управления. Количество данных средств должно определяться по необходимости. Также в задачу включается построение эргономичной, с точки зрения расположения элементов управления,

системы. Организация проектирования поставленной задачи в качестве САУ данной категории не приносит больших затрат по комплектующим, однако не является подходящим, так как невозможно реализовать автоматическое следование за оператором.

В САУ с полуавтоматическим управлением оператор управляет лишь начальными и конечными операциями, определяющими промежутки работы устройства. Для реализации алгоритма работы таких устройств необходимо использовать более функциональные устройства, чем использовались в САУ ручного управления. Оптимальными будут микроконтроллеры STM32, или уже готовые модули на базе платформ Raspberry и Arduino. Для обеспечения автоматического следования за оператором необходимо определить цель, за которой проектируемая платформа будет следовать. Данной целью может быть смартфон, ключ или другое устройство, поддерживающее заранее настроенный протокол, на основе которого будет осуществляться следование. Также необходимо управлять дистанцией, которую будет поддерживать проектируемая платформа по отношению к оператору. Полуавтоматический режим управления подразумевает, что проектируемая платформа автоматически будет контролировать скорость, направление движения и необходимость остановки. Данный способ управления САУ является наиболее распространённым в настоящее время.

САУ с автоматическим управлением подразумевает, что оператор абсолютно не участвует в управлении электроприводом. Устройства данной категории строятся на основе нейронных сетей, определяющих необходимость запуска и выключения на основе некоторых обстоятельств, возникающих во время работы. Для реализации САУ данного типа необходимо использовать мощный вычислительный центр в своём составе. Использование микроконтроллера в качестве такого центра не является подходящим и заменяется на микропроцессор. Следование может осуществляться как на основе «следования за ключом», так и на основе изучения пространства и оператора, за которым данное устройство следует. Разработка данных типов САУ является наиболее ресурсозатратным и требует большого опыта в разработке, а также сложных вычислений и больших знаний в робототехнике.

Наиболее оптимальным решением для обеспечения «следования за ключом» является использование смартфона пользователя. Соединение со смартфоном открывает возможность реализации различных дополнительных возможностей. Для данного решения необходимо создать мобильное приложение, осуществляющее обмен данными с транспортной системой по фиксированному протоколу.

Вне зависимости от выбора варианта управления электроприводом необходимо уделить внимание выбору автономного источника питания.

Согласно рассмотренным вариантам управления наиболее оптимальным по ресурсам является построение транспортной платформы с полуавтоматическим режимом управления электроприводом. В основе создаваемой грузовой платформы планируется использование одноплатный миникомпьютер RaspberryPI, которые в своём составе имеет хорошие вычислительные возможности, а также имеют большое количество поддерживаемых протоколов, таких как Wi-Fi, Bluetooth и т.д. Наличие этих протоколов позволит в дальнейшем реализовать множество других полезных функций, таких как обмен данными со смартфоном, слежение по GPS, счёт количества шагов, определение веса груза и многие другие. В качестве ключа оптимально использовать смартфон.

### *Литература*

1. А. П. Маругин, Привод горных машин: Методические указания и расчетные задания для студентов очного и заочного факультетов специальности 150404 – «Технологические машины и оборудование», Екатеринбург: УГГУ, 2012.

## АРХИТЕКТУРА ОТКРЫТОГО АППАРАТНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*Костюк Д.А., Лекунович А.А., Маркина А.А., Матусевич В.А.*

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»*

*e-mail: aamarkina@g.bstu.by*

В настоящее время стал проявляться значительных интерес к прикладным программно-аппаратным системам, использующим данные об активности нервной системы и головного мозга. Электроэнцефалография (ЭЭГ) – метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его электрических потенциалов – является наиболее удобным и недорогостоящим способом получения информации об активности нейронов и позволяет провести качественный анализ реакции и состояния мозга при влиянии внешних раздражителей. ЭЭГ чаще всего используется для диагностики в лечебных целях, а также при изучении функционирования головного мозга, исследовании таких функций, как память, адаптация, мышление, восприятие и многое другое.

Электроэнцефалография представляет собой сложный колебательный электрический процесс, который может быть зарегистрирован при расположении электродов на поверхности скальпа, и является результатом электрической суммации и фильтрации элементарных процессов, протекающих в нейронах головного мозга [1]. При этом каждый электрод обеспечивает оценку синаптического действия, усредненного по тканевым массам, содержащим от 100 миллионов до 1 миллиарда нейронов [2].

Для регистрации ЭЭГ используется устройство, типовая схема которого показана на рис. 1. В его состав входит набор электродов, аналоговые усилители (У) сопряжённые с фильтром нижних частот (ФНЧ), мультиплексор (М), коммутирующий сигналы на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), а также микроконтроллер (МК), обеспечивающий первичную обработку, накопление данных и их передачу в вычислительную систему (ВС).

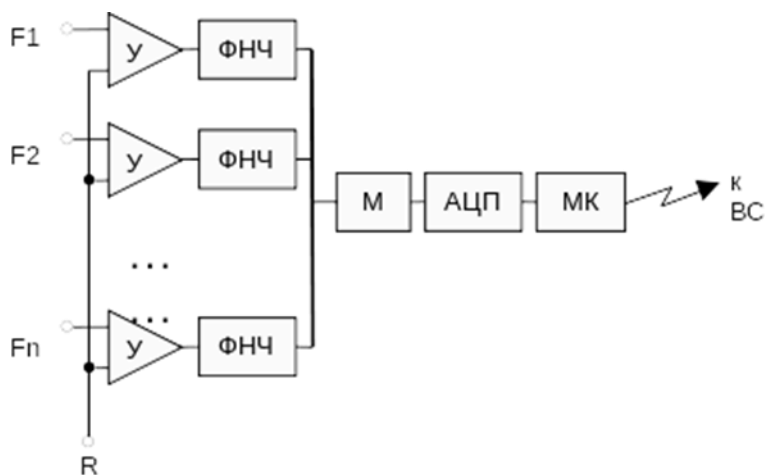


Рисунок 1 – Обобщенная схема энцефалографа

Первые электроэнцефалографы были довольно громоздкими, качество получаемого сигнала оставляло желать лучшего. Современные стационарные электроэнцефалографы позволяют получать максимум информации из регистрируемого сигнала. Мобильные

электроэнцефалографы, которые пришли на замену стационарным, имеют свои достоинства: при регистрации сигнала, испытуемый может принять любую удобную ему позу.

Помимо того, что ЭЭГ регистрирует активность головного мозга, она также регистрирует прочую электрическую активность. Активность, которая была зарегистрирована, и которая не относится к мозговой деятельности, называется артефактом, причем артефакты делятся на физиологические (результат деятельности мышц) и нефизиологические (вызванные электрическими устройствами).

Форму волн сигнала ЭЭГ группируют в соответствии с их частотой, амплитудой, формой, а также с положением электродов на скальпе пациента. Классификация волновых форм, таких как: альфа-, бета-, дельта-, тета- и гамма- ритмы, основана на частоте сигналов [3]. Преобладание определенных ритмов в определённой зоне характеризует состояния бодрствования и сна, особенности поведения и психического состояния мозга [4, 5].

Обычно для регистрации ЭЭГ используют от 4 до 16 каналов, от различных участков поверхности черепа одновременно. 4-канальные электроэнцефалографы позволяют выявить грубые изменения, 8-канальные только для оценки общего функционального состояния. Только 16-ти и более канальные энцефалографы позволяют регистрировать активность всей поверхности мозга одновременно.

Как уже упоминалось, в последнее время появляются энцефалографические приборы бытового назначения, предназначенные для взаимодействия с прикладным программным обеспечением: для тренировки концентрации внимания, в развлекательных целях, для управления несложными исполнительными механизмами и др.

Приведем некоторые из них.

- Emotiv EPOC – имеет 14 каналов, которые могут улавливать электрические сигналы от мозга, а также и от мышц, создавая миограмму (стоимость – \$799).

- NeuroSky MindWave – состоит из единственного датчика, закрепляемого на лбу и референсного электрода, крепящегося на ухо пользователя и задающего нулевую точку для регистрации электрической активности (стоимость – \$159).

- Muse Headband – имеет 7 каналов (стоимость – \$299).

Недостатком коммерческих решений является закрытость их архитектуры и нацеленность на узкий круг прикладных задач, что автоматически уменьшает универсальность устройства. В противовес данному подходу, была разработана аналогичная система OpenBCI – это платформа интерфейса мозг-компьютер с открытым исходным кодом. Платформа создана Джоэлем Мёрфи и Конором Руссоманно в конце 2013 г. Платы OpenBCI могут использоваться для измерения и регистрации электрической активности, создаваемой мозгом, мышцами и сердцем, и совместимы со стандартными электродами ЭЭГ. Обработать сигналы можно с помощью сопровождающих программ с открытым исходным кодом (программное обеспечение устройства совместимо такими платформами как macOS, Linux и Windows), либо используя собственные решения.

OpenBCI включает 4-, 8- и 16-канальные портативные нейроинтерфейсы, считывающие электроэнцефалограмму мозга и другие данные.

Помимо полностью открытой архитектуры, к достоинствам OpenBCI для исследователя и разработчика прикладных систем на базе ЭЭГ можно отнести большое количество датчиков (что повышает точность результаты исследования), а также полный доступ к необработанным данным, измеряемым ими. Обладая меньшим числом датчиков, коммерческие ЭЭГ потребительского сегмента обычно выдают данные пользователю после предварительной обработки, модификации, очистки от помех с использованием недокументированных алгоритмов, влияющих на результат.



## Литература

1. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1996. – 358 с.
2. Жадин М.Н. Биофизические механизмы формирования электроэнцефалограммы. – М.: Наука, 1984. – 197 с.
3. Егорова И. С. Электроэнцефалография. – М.: Медицина, 1973. – 296 с.
4. Фролов, С.В. Методы и приборы функциональной диагностики – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с.
5. Jasper H. The Ten-Twenty Electrode System of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1958, v. 10, №2 – P. 371.

УДК 556.18

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

*Другак Ю.А., Шешко Н.Н.*

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»  
e-mail: drugakul@gmail.com*

**Summary.** *The approach to calculate the flooding zone based on cellular automate is discussed, as the method which combines the simplicity of geometrical approach with hydrodynamics elements.*

Задача моделирования зон затопления при разливе реки является актуальной как в случае прогнозирования экстремальных природных явлений, так и применительно к аварийным ситуациям на гидротехнических сооружениях. Можно выделить две группы подходов к расчету области затопления: геометрический и гидродинамический. Геометрический подход предполагает создание трехмерной модели поверхности воды и последующее ее пересечение с моделью рельефа местности для определения контура границы области затопления. В основе гидродинамического подхода к прогнозированию затопления территории лежат методы расчета динамики движения водных потоков [1 – 3]. В простейшем случае, гидродинамическая модель решает систему уравнений гидравлики в одномерном приближении на основе информации о рельефе территории в виде поперечных сечений реки и начальных условий – высоты уровня поверхности воды вдоль участка русла реки. Результатом моделирования является изменение во времени уровней высоты подъема поверхности воды и скоростей расходов объема воды вдоль участка речного русла. Расчет динамики движения водных потоков позволяет вычислять границы области затопления более точно, чем при использовании геометрического моделирования, но требует больших вычислительных ресурсов и чувствителен к точности данных о характеристиках рельефа речного дна, гидрологических зависимостях и др. данных, которые могут изменяться с течением времени и требуют периодической экспериментальной проверки.

Задачей, решаемой в данной работе, является применение, в рамках комбинированного подхода, клеточного автомата для моделирования зон затопления в случае разлива реки. При этом применяется дискретная модель на основе регулярной решетки, представляющей собой набор ячеек. Для каждой из ячеек определено конечное множество состояний, в котором она может находиться, а также множество соседних ячеек, называемых её окрестностью (на рис. 1 показан пример одномерной решетки автомата, клетки которого принимают бинарные значения).

1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рисунок 1 – Окрестность клетки в случае одномерной модели

Для клеточного автомата задается начальное состояние всех ячеек, а также правила перехода ячеек из одного состояния в другое (одинаковые для всей решетки, либо различные для разных ячеек). Далее на каждой итерации, используя правила перехода и состояния соседних ячеек, определяется новое состояние каждой ячейки. На каждом отсчете времени состояние ячейки пересчитывается в зависимости от состояния ячеек её окрестности и определённого для нее правила перехода.

Для решения поставленной задачи на текущем этапе было решено ограничить модель затопления частным случаем реки с прямым руслом, единообразным поперечным сечением по всей его длине и без притоков, с последующим постепенным усложнением и добавлением условий для создания более полной цифровой модели.

Для построения модели затопления реки выделяется набор сечений русла реки, отстоящих друг от друга на заданные расстояния. Для каждого из сечений определяется высота уровня воды  $h$  либо скорость расхода объема воды (данные могут измеряться непосредственно гидрологическим измерительным постом или рассчитываться исходя из известных величин при помощи интерполяции). Кривая русла таким образом представляется в виде набора небольших прямолинейных отрезков [1, 4].

Поведение воды моделируется в рамках клеточного автомата на основе локальных взаимодействий ячеек. Каждая клетка содержит следующие состояния:

- отсутствие ( $=0$ ) – состояние, при котором на данной клетке отсутствует водяной покров;
- наличие ( $>0$ ) – состояние, при которой на данной клетке имеется водяной покров, и в этом случае значение клетки обозначает уровень воды.

Для упрощенной задачи учитываются высоты уровней воды на измерительных постах, однако для реальных рек необходимо также моделирование распространения воды по рельефу, с использованием дополнительных ячеек клеточного автомата с соответствующими правилами пересчета их значений.

Цифровая модель рельефа представляется в общем случае в виде прямоугольной матрицы, ячейкам которой присваивается значение высоты над уровнем моря. В случае двумерного клеточного автомата (рис. 2) это означает применение нескольких прямоугольных матриц (матрица высот, матрица значений расхода воды и др.), одноименные ячейки которых участвуют на каждой итерации в правиле пересчета значений [5, 6].

22	20	18	16	14	0	10	0	0	0
$x_0, y_0$	$x_1, y_0$	$x_2, y_0$	$x_3, y_0$	$x_4, y_0$	$x_0, y_1$	$x_1, y_1$	$x_2, y_1$	$x_3, y_1$	$x_4, y_1$
20	18	16	14	12	0	0	0	0	0
$x_0, y_1$	$x_1, y_1$	$x_2, y_1$	$x_3, y_1$	$x_4, y_1$	$x_0, y_2$	$x_1, y_2$	$x_2, y_2$	$x_3, y_2$	$x_4, y_2$
18	16	14	12	10.3	0	0	0	0	0.3
$x_0, y_2$	$x_1, y_2$	$x_2, y_2$	$x_3, y_2$	$x_4, y_2$	$x_0, y_3$	$x_1, y_3$	$x_2, y_3$	$x_3, y_3$	$x_4, y_3$
16	14	12	10.3	10.3	0	0	0	0.3	2.3
$x_0, y_3$	$x_1, y_3$	$x_2, y_3$	$x_3, y_3$	$x_4, y_3$	$x_0, y_4$	$x_1, y_4$	$x_2, y_4$	$x_3, y_4$	$x_4, y_4$
14	12	10.3	10.3	10.3	0	0	0.3	2.3	4.3
$x_0, y_4$	$x_1, y_4$	$x_2, y_4$	$x_3, y_4$	$x_4, y_4$					

Рисунок 2 – Применение прямоугольных матриц при пересчете значений ячеек

## Литература

1. Petrov D., Volchek A., Kostiuk D. Flood zone modeling for a river system relying on the water spread over a terrain // “Joint regional climate system modeling for the European sea regions”: HyMex-Baltic Earth Workshop – ENEA, Rome, Italy, 5–6 November 2015. – P. 94–95.
2. Дьяконова Т. А., Хоперсков А.В., Храпов С.С. Компьютерное моделирование динамики затопления территорий в случае чрезвычайных ситуаций с использованием технологий параллельных вычислений // Кибернетика и программирование. – 2016. – № 3. – С. 17-34.
3. Моделирование зон затопления // КБ Панорама [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://gisinfo.ru/item/33.htm>. – Дата доступа: 31.03.2017.
4. Петров Д.О., Волчек А.А., Костюк Д.А., Шешко Н.Н. Автоматизированная визуализация паводковой ситуации // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: зб. навук. прац / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі. – Брэст: Альтернатыва, 2013. – Вып. 6. – С. 5–7.
5. Тоффоли Т., Маргоулс Н. Машины клеточных автоматов / Перевод с англ. – М.: Мир, 1991. – 280 с.

УДК 004.3

### ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА САМОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭРГОНОМИКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

*Давыдюк Л.И., Костюк Д.А., Маркина А.А.*

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»  
e-mail: aamarkina@g.bstu.by*

**Summary.** *The approach for self-testing of the software efficiency for the current user is discussed based on the express-testing with personal biometric devices. The mobile software system similar to fitness training software is proposed to carry on such express tests.*

Оценка физического состояния пользователя при работе с программным обеспечением является мощным инструментом, позволяющим выяснить степень эффективности человеко-машинного взаимодействия. Определение величин физических и когнитивно-эмоциональных нагрузок при работе с конкретным программным продуктом позволяет выявить «узкие места» в организации рабочего процесса и, как следствие, сформировать набор предложений по его улучшению.

В настоящее время существует ряд исследований, нацеленных на поиск возможностей применения для этой цели биометрических возможностей устройств потребительского сегмента. В отличие от лабораторного оборудования, позволяющего регистрировать необходимые параметры организма (например, парные измерения сердечного ритма и ритмов электроэнцефалограммы в качестве показателей физической и умственной нагрузки), персональные биометрические устройства (в составе смартфонов, умных часов или автономных устройств, предназначенных для фитнеса и развлечений) являются предметами массового производства и высокой ценовой доступности [1, 2]. Несмотря на то, что эти устройства ориентированы на индустрию спорта и развлечений, они способны регистрировать и передавать данные хост-системе (в реальном времени либо в режиме отложенной передачи) и обладают достаточной точностью для их использования в эргономическом тестировании.

Применение фитнес-трекеров, спортивных пульсометров, умных часов, персональных энцефалографов и игровых айтрекеров позволяет даже небольшим командам

разработчиков проводить сравнительный анализ нескольких вариантов интерфейса и на основе этих данных выбрать из них наиболее удобный в использовании. Однако конечный пользователь, также зачастую обладающий некоторыми биометрическими устройствами, вынужден при выборе программного продукта полагаться на менее точные и менее персонализированные источники информации – статьи обозревателей и отзывы других пользователей на интернет-форумах, а в конечном итоге – на не слишком точные оценочные суждения. Вместе с тем, персональная программная система, получающая и анализирующая биометрические данные подобно приложениям для фитнеса, могла бы оказаться чрезвычайно полезной в принятии обоснованных решений при выборе наиболее подходящего программного продукта путём проведения натурального эксперимента и экспресс-анализа его результатов. Разработке такой программной системы, устанавливаемой на мобильное устройство (смартфон либо планшет) пользователя и посвящена настоящая разработка.

Схема тестирования с использованием предлагаемого подхода заключается в следующем. Пользователь запускает в программной системе экспресс-тестирования отсчет времени и биометрических показателей, а затем выполняет необходимые рабочие задачи в одном из программных продуктов, среди которых ему необходимо сделать выбор. Затем действия повторяются для второго программного продукта. По окончании тестирования сравниваются данные хронометража и результаты биометрических измерений, а затем система выдает краткую сводку о балансе между темпом работы и сопутствовавших ему физических и/или когнитивно-эмоциональных нагрузках, наблюдавшихся при использовании конкурирующих программных продуктов. Результатом является вывод о том, какой из них будет наиболее продуктивен и/или комфортен для пользователя.

Как можно заметить, предлагаемая концепция самотестирования во многом сходна с подходом, применяемым в современных программах для смартфонов, выполняющих отслеживание активности во время тренировок. Поэтому для реализации данной программной системы выбрана платформа Android.

Перед запуском тестирования, установленное Android-приложение выполняет соединение с программными модулями измерения состояния по датчикам, встроенным в мобильное устройство (например, акселерометр, в случае если тест предполагает заметную физическую активность), либо доступным мобильному устройству по протоколу Bluetooth (фитнес-трекеры, мобильные энцефалографы и др.) [3]. Список доступных для использования измерительных модулей определяется имеющимися у пользователя на момент запуска программной системы биометрическими устройствами и потому может варьироваться в разных сериях тестов. В настоящее время для использования в системе разработаны измерительные модули, измеряющие пульс с помощью фитнес-трекеров (Fitbit Charge HR, Xiaomi Mi Band версий 1–3), измерительный модуль для оценки концентрации внимания с помощью мобильного энцефалографа NeuroSky Mindwave, а также измерительный модуль для снятия данных с энцефалографов Emotiv EPOC и Emotiv Insight. Принимаемые системой биометрические данные сохраняются в локальную СУБД, в качестве которой может использоваться типичная для платформы Android система SQLite. Архитектура программной системы показана на рис. 1.

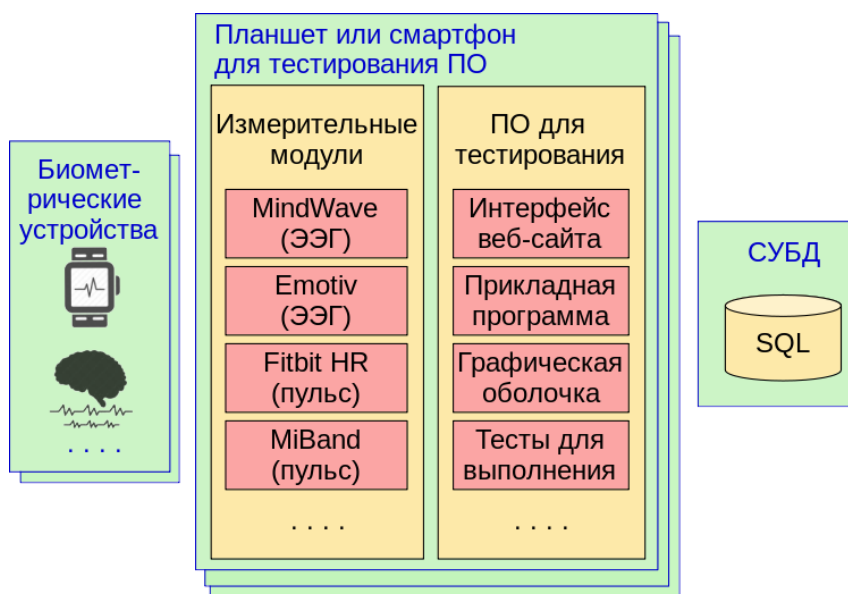


Рисунок 1 – Архитектура программной системы

### Литература

1. Журавский В.В., Костюк Д.А., Латий О.О., Маркина А.А. Программно-аппаратная система для сравнительных исследований эргономики обеспечения // Информационные технологии и системы 2015 (ИТС 2015): материалы международной конференции. Минск, БГУИР, 29 октября 2015 г. – С. 252 – 253.
2. Kostyuk D.A., Latiy O.O., Markina A.A. Software system for parallel usability testing // Шоста науково-практична конференція FOSS Lviv 2016: Збірник наукових праць. – Львів, 19-2 квітня 2016р. – С. 59 – 62.
3. Дубіцкі А.У., Касцюк Д.А., Маркіна А.А. Падтрымка біяметрычных сродкаў з пратаколам bluetooth ў GNU/Linux // Дев'ята науково-практична конференція FOSS Lviv 2019: Збірник наукових праць. – Львів, 18-19 квітня 2019 р. – С. 21-23.

УДК 004.3

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФОЛОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

*Костюк Д.А., Маркина А.А., Рабчук А.А., Шульган А.А.,  
Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»  
e-mail: aamarkina@g.bstu.by*

**Summary.** *A method for determining emotional states using electroencephalography waves is discussed. The features of electroencephalography as a biometric parameter are discussed, including the main characteristics of signals and the method to obtain them. The classification of emotional states by the model of J. A. Russell is considered.*

Электроэнцефалография (ЭЭГ) отображает колебательные электрические процессы, которые регистрируются при помощи электроэнцефалографа при размещении его электродов на поверхности головы, и представляет собой результат электрического

суммирования и фильтрации элементарных процессов в нейронах. Измеряемая активность коры искажается тканями и костями черепа, находящимися между электродами и нейронами, что вносит дополнительный шум и снижает интенсивность записываемых сигналов. Несмотря на это, измерения ЭЭГ обеспечивают важную информацию об электрической активности коры головного мозга. Частота сигналов ЭЭГ находится в диапазоне 1–80 Гц, а амплитуды сигналов варьируются от 10 до 100 мкВ [1].

Частота – одна из основных характеристик ЭЭГ. При визуальном анализе ЭЭГ принята классификация частот по диапазонам, которым присвоены названия букв греческого алфавита ( $\alpha$  – 8..14 Гц,  $\beta$  – 14..40 Гц,  $\theta$  – 4..8 Гц,  $\delta$  – 0,5..3 Гц,  $\gamma$  – выше 40 Гц, и др.). В зависимости от частотного диапазона, но также и от амплитуды, формы волны, топографии и типа реакции различают соответственно  $\alpha$ -ритм ЭЭГ,  $\beta$ -ритм, и др. Два наиболее информативных поддиапазона – это  $\alpha$ -ритмы и  $\beta$ -ритмы [2]. К особенностям данных поддиапазонов следует отнести и то, что они не перекрываются естественными источниками шумов: артефакты ЭОГ (движение глаз и моргание) преимущественно наличествуют на частотах ниже 4 Гц, артефакты ЭКГ (активность сердца) около 1,2 Гц и ЭМГ (мышечные) артефакты находятся в диапазоне выше 40 Гц. Не физиологические артефакты, вызванные линиями электропередач, обычно присутствуют выше 50 Гц [3]. Таким образом, большая часть шума, присутствующего в сигналах ЭЭГ, значительно снижена в диапазоне  $\alpha$ - и  $\beta$ -частот. Высокая активность в  $\alpha$ -диапазоне означает расслабление мозга, а  $\beta$ -ритм, наоборот, связан с его активным состоянием. Таким образом, совместно  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритмы могут использоваться для обнаружения эмоциональных (возбуждение и валентность) состояний ума. Для выделения  $\alpha$ - и  $\beta$ -диапазонов частот традиционно применяется полосовая фильтрация, а при работе с дискретными сигналами – быстрое преобразование Фурье.

В настоящее время существует ряд доступных ЭЭГ-гарнитур потребительского сегмента. Из них наиболее полным набором датчиков обладает гарнитура Emotiv EPOC, поэтому ее чаще других используют в экспериментах. Эта гарнитура состоит из 14 электродов для снятия данных и 2 референсных электродов, позволяющих отстроиться от помех. Electroды расположены и маркированы в соответствии с международной системой 10-20 [3]. В соответствии с международным стандартом доступны следующие местоположения: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 и AF4.

Для оценки эмоциональных состояний с помощью ЭЭГ-гарнитур можно использовать предложенный Дж. А. Расселом способ описания аффекта и эмоций в заданный момент времени в виде точки в двумерном пространстве, именуемом циркумплексом – круговой двумерной структурой. Два измерения представляют валентность и возбуждение, а расстояние от центральной точки отражает интенсивность. При классификации эмоций этим методом, требуется определить, насколько положительны (валентность) и насколько сильны (возбуждение) эмоции респондентов. Пространство разделяется на четыре сектора: сильные отрицательные, сильные положительные, слабоотрицательные и слабоположительные эмоции. Поэтому классификация эмоциональных состояний предполагает их деление на высокое/низкое возбуждение и положительную/отрицательную валентность, на основе чего выделяются такие эмоции, как счастье, гнев, печаль, спокойствие (например, счастье – состояние с высоким возбуждением и положительной валентностью, а печаль – с низким возбуждением и отрицательной валентностью).

По сигналу ЭЭГ можно определить уровень возбуждения, вычислив соотношение  $\beta$ - и  $\alpha$ -ритмов. Высокое возбуждение характеризуется большей интенсивностью  $\beta$ -ритмов и низкой  $\alpha$ -активностью, поэтому соотношение  $\beta/\alpha$  указывает на состояние возбуждения, в котором находится объект. При этом  $\beta$ - и  $\alpha$ -ритмы лучше всего поддаются измерению в лобной и средней части мозга, поэтому целесообразно использовать сигналы, поступающие от электродов, расположенных в этой области [2]. Согласно [3], достаточно измерять сигнал в четырёх точках расположения электродов в зоне префронтальной коры: AF3, AF4, F3 и F4.

$$A = \frac{\beta_{AF3+AF4+F3+F4}}{\alpha_{AF3+AF4+F3+F4}} \quad (1)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – интенсивность  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритмов, а AF3, AF4 и др. – сигналы от электродов.

Для оценки валентности, то есть позитивного или негативного состояния, можно использовать разницу в уровнях активации двух полушарий коры головного мозга. Согласно ряду исследований, позитивное состояние связано с активацией областей в левом полушарии мозга, а негативное – с активацией областей в правом полушарии [4]. Данная связь не является прямой: инактивация в левой лобной доле служит индикатором реакции отторжения, которая в свою очередь часто бывает связана с негативной реакцией. Аналогично, инактивация в правой лобной доле – показатель отклика, который в свою очередь может свидетельствовать о положительной эмоции.

Как упоминалось, высокая активность в  $\alpha$ -диапазоне – признак низкой мозговой активности, и наоборот. Таким образом, увеличение  $\alpha$ -ритмов вместе с уменьшением  $\beta$ -ритмов могут быть связаны с инактивацией коры [2]. Для измерения такой  $\alpha$ -активности чаще всего используются точки F3 и F4, поскольку они расположены в играющей решающую роль в регулировании эмоций префронтальной зоне. При этом следует учитывать, что, согласно имеющимся исследованиям, сами по себе различия в активности полушарий – не признак аффективной валентности, а скорее указание на мотивационное направление (подход или отказ от стимула) [5]. Однако, поскольку в целом аффективная валентность относится к мотивационной направленности, сравнение активации полушарий по-прежнему выступает в роли практического метода определения валентности. Таким образом, для оценки валентности можно сравнить интенсивности  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритмы на электродах F3 и F4 [6]:

$$V = \frac{\alpha_{F4}}{\beta_{F4}} - \frac{\alpha_{F3}}{\beta_{F3}} \quad (2)$$

### *Литература*

1. Kandel E.R. et al. Principles of Neural Science. Mc Graw Hill, 2012. - 1760 p.
2. Niemic C.P. Studies of emotion: A theoretical and empirical review of psychophysiological studies of emotion // Journal of Undergraduate Research, v. 1, 2002. pp. 15–18.
3. Ramirez R., Vamvakousis Z. Detecting Emotion from EEG Signals Using the Emotive Eroc Device. Lecture Notes in Computer Science, v. 7670. - Springer, 2012. - p. 175-184.
4. Winkler I. et al. Frontal EEG asymmetry based classification of emotional valence using common spatial patterns // World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 45, 2010. pp. 373-378.
5. Harmon-Jones, E. Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity. // Psychophysiology, iss. 40(6), 2003. - pp. 838–848.
6. Matlovič T. Emotion Detection using EPOC EEG device // Informatics and Information Technologies Student Research Conference. - Bratislava, Slovakia, April 28, 2016. - pp. 1–6.

## ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ВЫБОРА ПРОГРАММНЫХ И АППАРАТНЫХ ПРОДУКТОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

Кузьменко А.А., Маркина А.А., Хомюк С.Г.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»  
e-mail: aamarkina@g.bstu.by

**Summary.** *The analysis of methods to carry on usability assessment based on self-reported parameters is presented. A set of approaches to determine the rationality of user's choice of software and hardware products is proposed to reveal overestimation, underestimation and adequate choices.*

В современном мире наблюдается обилие программного и аппаратного обеспечения сходного назначения и функционала, но различных платформ и реализаций. Часто выбор конкретного продукта пользователями происходит в результате навязывания или рекомендаций от разработчика либо вендора платформы (операционной системы, аппаратных решений и др.). Поэтому актуальной задачей является разработка подходов к формализованному сравнению однотипных программных и/или аппаратных средств по удобству их использования.

Юзабилити традиционно оценивается на основе таких показателей, как результативность, производительность и удовлетворенность пользователя при работе с ним. Удовлетворенность средством или продуктом труда, т.е. высокая «субъективная оценка его качества» отражает личностное отношение к нему пользователя. Оно формируется на основании предшествующего опыта взаимодействия человека с определенным объектом, в ходе которого у него неоднократно возникали состояния комфорта и удовлетворения [1, 2].

Так как удовлетворенность является чувством субъекта по отношению к объекту, она недоступна для прямого измерения техническими средствами, однако может быть оценена количественно. Для оценки удовлетворенности программным продуктом могут использоваться следующие методы:

- косвенные методы оценки удовлетворенности: анализ статистики изменения коррелятов удовлетворенности, структурированное наблюдение за эмоциональными проявлениями пользователя, регистрация психофизиологических показателей и глазодвигательной активности;
- методы прямой оценки удовлетворенности: интервью, контент-анализ, субъективное шкалирование и тест-опросники [3].

Существует следующий список основных юзабилити-опросников:

- **After Scenario Questionnaire (ASQ)**. Это комплексный показатель сложности решения задачи. Высчитывается на основе ответов на вопросы об удовлетворенности уровнем сложности, потраченным временем на решение, поддержкой. Методология состоит из трех вопросов для оценки сложности восприятия пользователем задачи [4].

- **Microsoft Desirability Toolkit**. Инструментарий состоит из 118 карточек со словами, описывающими реакцию пользователя на программу. После тестирования участникам вручается колода карт и дается задание выбрать пять слов, которые лучше всего описывают использованный программный продукт. Преимущество этой методологии в том, что она вводит для участников контролируемый лексикон.

- **Single Ease Question (SEQ)** – это 7-балльная рейтинговая шкала, используемая для оценки того, насколько сложно или просто пользователи находят определенную задачу на веб-сайте или в приложении.

- **Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire (SUPR-Q)**. Стандартизированная анкета для пользователей (SUPR-Q) используется преимущественно



для оценки сайтов. Он включает в себя 8 вопросов, которые позволяют комплексно оценить качество пользовательского опыта. С помощью SUPR-Q можно оценить четыре аспекта пользовательского опыта: доверие, лояльность, внешнюю привлекательность и удобство.

• **System Usability Scale (SUS)**. Она был первоначально создана для администрирования после юзабилити-тестов в таких системах, как приложения VT100 Terminal. SUS является независимым от технологии и с тех пор тестируется на аппаратном, потребительском программном обеспечении, веб-сайтах, мобильных телефонах, системах предварительно записанных голосовых сообщений, выполняющих функцию маршрутизации звонков [4] и др.

• **Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)** включает 19 пунктов, предназначенных для оценки характеристик юзабилити системы: быстрого завершения работы, простоты обучения, качества документации. Данная методика позволяет оценить уровень удовлетворенности конечных пользователей после работы с системой [3].

• **Questionnaire for User Interface Satisfaction (QUIS)** – вопросник для оценки удовлетворенности пользователей сайта, является более диагностическим методом, чем SUS, и будет полезен, если планируется редизайн веб-ресурса. Опросник состоит из 27 пунктов. QUIS позволяет определить читабельность символов, полезность онлайн-справки и значимость сообщений об ошибках [5].

После проведенного анализа было решено использовать для анализа выбора продукта следующие методики: SUS – для выявления уровня субъективных ожиданий пользователя от программного продукта; инструментарий Microsoft Desirability Toolkit – для оценки реакций пользователей на эстетические качества интерфейса; PSSUQ – для оценки удобства использования программного продукта [6, 7]. Сопоставление полученных данных позволяет выделить нам три вида выбора: «*выбор-переоценивание*» (характеризуется расхождением уровней ожидания (высокий уровень), владения и удовлетворения от работы (низкий уровень), негативными прилагательными в закрытом словаре), «*адекватный выбор*» (характеризуется совпадением уровней ожидания, владения и удовлетворения от работы, положительными или нейтральными прилагательными в закрытом словаре), «*выбор недооценивание*» (отличается низким субъективным уровнем ожиданий от работы наряду с высоким объективным уровнем удобства использования, как правило сопровождается низким уровнем удовлетворения от работы).

### *Литература*

1. А. А. Маркина Особенности выбора программного продукта в юношеском возрасте // Психология: шаг в науку: сб. материалов VI Республиканской науч.-практ. конф. студентов и магистрантов – Брест, 15 октября 2019 г.– Брест : БрГУ, 2019. – С. 52–55.

2. А. А. Маркина Влияние современного дизайна на механизм принятия решения в ходе работы человека-оператора // Роль социально-гуманитарных дисциплин в формировании мировоззрения и профессиональной культуры будущего специалиста [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов межвуз. студен. науч.-практ. конф., / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина – Брест, 15 нояб. 2018 г. – С. 54–57.

3. Tullis T., Albert W. Measuring the User Experience Collection, Analyzing and Presenting Usability Metrics – Morgan Kaufmann, 2013 – 320 p.

4. Lewis, J. R. IBM computer usability satisfaction questionnaires – Psychometric evaluation and instructions for use. International Journal of Human-Computer Interaction, #7, 1995 – 57–78 p.

5. Chin J.P., Diehl V.A., Norman K.L. Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface // Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '88). ACM, 1988. P. 213-218.

6. Kuzmenko A.A., Khomiuk S.G., Markina A.A., Rabchuk A.A. Assessing the impact of ergonomic manipulators on the cursor control // Новые горизонты – 2019: сб-к матер. Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума. – Минск, 12–13 ноября 2019 г. – С. 124–126

7. А. А. Кузьменко [и др.] Оценка влияния эргономичных манипуляторов на управление курсором // Современные проблемы математики и вычислительной техники : сб-к матер. XI РНК молодых ученых и студентов. – Брест, 21–22 ноября 2019 г. – С. 68–71

УДК 332.54(=581)

## 基于大数据背景下的土地资源管理宏观调控

华兴东

*Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
e-mail: poppingch1k0@gmail.com*

**Summary.** *This paper discusses how to use big data for macro-control of land resources under the background of big data, and lists the problems and solutions that may be encountered in the process of development.*

什么是大数据？奥地利学者 Viktor Mayer-Schönberger 在他的著作《Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think》中解释道：“大数据 (big data) 是指无法在一定时间内用常规软件工具对其内容进行抓取、管理和处理的数据集合。大数据有五大特点，即大量 (Volume)、高速 (Velocity)、多样 (Variety)、低价值密度 (Value)、真实性 (Veracity)。它并没有统计学的抽样方法，只是观察和追踪发生的事情。”

土地宏观调控是政府以土地作为资源调控经济的政策。

科学发展观的提出令人们对土地宏观调控有了全新的认识，因土地管理为国家宏观调控的重要组成部分，因此土地管理参与宏观调控的原则应以宏观调控为基础。

根据《北京-世界城市-定位下的土地资源管理宏观调控思路探讨》指出：城市发展的基础及宏观调控，诸如土地供应，土地利用及土地储备等行为对于一个城市的性质定位、规模的扩展以及方向和以及方向和时机的选择都非常重要。

2004年国务院首次把土地政策定位为国家最重要的宏观，经济管理手段之一把国土资源部定为宏观管，明确要求土地供应政策要向金融货币政策那样重要的宏观调控手段。因此在现代社会的大数据背景条件下，如何利用大数据进行土地资源管理的宏观调控成为主要的研究方向。

加强我国城市土地资源管理、提高土地资源利用率，就必须要做到与时俱进、提高新技术的应用率。随着网络技术的不断发展，也实现了土地资源管理模式的变革，大数据、云计算等技术应用也愈加广泛，实现了我国土地资源的优化配置，对促进经济可持续发展有着重要意义。

国土资源大数据作为国家几十年进行土地资源规划管理的信息集，可以为土地资源管理模式创新提供数据支持，同时在新技术应用中不断完善，发挥信息价值，促进土地资源管理模式朝向数字化、信息化方向发展，从而进一步发挥土地资源管理模式的效能。

根据《大数据时代土地管理创新研究》文章指出：在大数据时代，土地管理创新的必要性有以下几点：1、土地利用要求更高。2、土地矛盾问题更多。3、土地规划需要更长远的目光。4、土地管理需要提供更多的服务。

所以如何利用现有的大数据技术进行土地管理的创新，以解决上述的四点问题，是当下研究的主要目的。

根据 2017 年《中国统计年鉴》、2018 年《国际统计年鉴》报告显示，我国可耕种面积 1348.812 平方千米，世界排名第四位。但人均耕地面积 0.0012867 平方千米。排名仅为世界第 126 位，远远低于世界平均水准。

所以更好的利用大数据为土地资源管理，进行更好的宏观调控，利用政府机构职能更好的进行土地分配，是目前急需解决的问题。

然后利用大数据进行宏观调控？如何利用大数据更好的合理分配土地资源？

在《土地资源管理工作中国国土资源大数据的应用》一文指出，目前我国的大数据技术在我国国土资源管理工作中存在的问题。1、大数据技术的格式缺乏标准性。2、大数据管理水平有待提升。

这些问题直接影响了我国利用大数据进行土地资源管理宏观调控的发展与实施进程。

《国土资源大数据应用的土地资源管理模式创新分析》和《土地资源管理工作中国国土资源大数据的应用》论文都对此问题提出了解决方案：1、加强大数据体系建设。2、搭建国土资源云端平台。3、进行安全体系建设。这三点是进行大数据国土分析与宏观调控的主要目标。

只有完成以上三点的基础设施建设，我国利用大数据进行土地资源管理的宏观调控才会有望全面开展并得到应用。

同时本文还指出：灵活应用国土资源大数据，还能够进一步提升其功能价值。

提升耕地质量。结合土壤类型、布局、耕作制度和生态环境等信息，构建耕地预警机制，及时解决耕地问题。避免浪费耕地或对耕地造成长期或永久性的损坏。

矿产资源管理。通过大数据平台引入矿产资源模型，估算矿产资源开发潜力，指导矿产资源预测评价流程，合理的进行资源配置，节省因市场而导致的资源不必要浪费。

随着大数据时代的出现和发展，国土资源大数据的应用而生，为我国土地资源的管理工作带来了新的机遇和挑战。同时也推进了大数据技术分析共享的实施过程，保障了国土资源大数据技术应用效率的提升，也为我国国土资源的合理利用打下了坚实的基础。

我们要顺应时代的发展，及时抓住时代的机遇为自身发展和改善创造良好的机遇，大数据时代的背景下，只要善于把握和发现，最终数据会成为造福人类生活的一大助力。

## 参考文献：

1. 《Big Data:A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think》
2. 《土地管理参与宏观调控的理论研究》经济·管理·综述 徐士宝 2017.10
3. 《北京-世界城市-定位下的土地资源管理宏观调控思路探讨》北京学研究文集 2010. 张远索 孟斌, 朱海勇
- 4 《大数据时代土地管理创新研究》文葵兰 大众投资指南
5. 《中国统计年鉴》2017 中国国家统计局
6. 《国际统计年鉴》2018 中国国家统计局
7. 《国土资源大数据应用的土地资源管理模式创新分析》经济技术与管理 2019 李宁
8. 《土地资源管理工作中国国土资源大数据的应用》科技经济导刊 2020.09.28 刘莎

УДК 625.7

## КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ КИТАЯ

*Тан Дунян, научный руководитель – Мытько Л.Р.  
Белорусский национальный технический университет*

Общая протяженность автомобильных дорог в Китае достигает свыше 4 200 тыс. км, в том числе протяженность скоростных автострад составляет 110 100 км, шоссе первого класса - 54 200 км, шоссе второго класса - 285 200 км. Скоростные автомобильные дороги составляют около 11% из общей протяженности всех дорог. Плотность дорог увеличилась с 0.8 км/100 км<sup>2</sup> в 1949 году до 39 км/100 км<sup>2</sup>, что составляет увеличение в 46 раз по сравнению с 1949 годом. Общая протяженность сельских автомобильных дорог в стране составила 3 125 тыс. км, что в 4 раза больше показателей 1978 года.

По техническим требованиям автомобильные дороги Китая подразделяют:

- Скоростные автодороги (ширина 25 м);
- Класс I (ширина 25,5 м);
- Класс II (ширина 12 м);
- Класс III (ширина 8,5 м);
- Класс IV (ширина 7 м);

В зависимости от функционального назначения автомобильные дороги подразделяют:

- Национальные;
- Провинциальные;
- Уездные;
- Городские;
- Деревенские;
- Особого назначения;

Названия автомагистралей общегосударственного значения чаще всего начинаются с буквы G, за которой следуют три цифры, например: G107. Буква G означает 国家 (guójiā) или национальная.

Нумерация дорог выглядит следующим образом:

- Пять вертикальных и семь горизонтальных основных маршрутов относятся к 000 серии (иными словами «пять продольных дорог и семь поперечных дорог»).

- За исключением Китайской национальной дороги 112, все дороги 100-й серии (например, 102, 106) начинаются из Пекина, столицы КНР, и расходятся соответственно по всем сторонам света;

- Автомобильные дороги 200-й серии протянуты с севера на юг;

- Автомобильные дороги 300-й серии расположены по оси запад-восток (например, из Лхасы в Тибете через Дандун и далее в провинцию Ляонин).

Национальные дороги в Китае обозначаются буквами G — Годоа (автодорога государственного значения), S — Шэндао (автодорога провинциального значения) и X — Сяньдао (автодорога уездного значения).

На сегодняшний день взамен 000-й серии для скоростных дорог действует новая система, где используются две, три или четыре цифры.

Оригинальные номера 000-й серии:

- Китайское национальное шоссе 010: Тунцзян (Хэйлунцзян) — Санья (Хайнань), 5700 км — самая длинная китайская национальная автодорога (англ. Tongsan Expressway), сейчас G11 и часть G15;

- Китайское национальное шоссе 015: Суйфэнхэ (Хэйлунцзян) — г. Маньчжурия (Внутренняя Монголия), 1280 км (англ. Suiman Expressway), сейчас часть G10

- Китайское национальное шоссе 020: Пекин — Фучжоу (Фуцзянь), 2540 км (англ. Jingfu Expressway), сейчас часть G3;

- Китайское национальное шоссе 025: Дандун (Ляонин) — Лхаса (Тибетский автономный район), 4590 км (англ. Danla Expressway), сейчас дорога Пекин-Лхаса является частью G6;

- Китайское национальное шоссе 030: Пекин — Чжухай (Гуандун), 2310 км (англ. Jingzhu Expressway), сейчас часть G4;

- Китайское национальное шоссе 035: Циндао (Шаньдун) — Иньчуань (Нинся-Хуэйский автономный район), 1610 км (англ. Qingyin Expressway), сейчас G30;

- Китайское национальное шоссе 040: Эрэн-Хото (Внутренняя Монголия) — Хэкоу (Юньнань), 3610 км (англ. Erhe Expressway);

- Китайское национальное шоссе 045: Ляньюньган (Цзянсу) — Хоргос (СУАР), 3980 км (англ. Lianhuo Expressway) — первая транскитайская магистраль [8];

- Китайское национальное шоссе 050: Чунцин — Чжаньцзян (Гуандун), 1430 км (англ. Yuzhan Expressway), сейчас часть G15 и часть G75;

- Китайское национальное шоссе 055: Шанхай — Чэнду (Сычуань), 2970 км (англ. Hurong Expressway), сейчас G42;

- Китайское национальное шоссе 065: Шанхай — Жуйли (Юньнань), 4090 км (англ. Hurui Expressway), сейчас часть G56;

- Китайское национальное шоссе 075: Хэньян (Хунань) — Куньмин (Юньнань), 1980 км (англ. Hengkun Expressway);

Начальной точкой всех национальных дорог Китая 100-й серии является Пекин, кроме дороги: G112 (кольцевая автомагистраль вокруг Пекина).

- Китайское национальное шоссе 101: Пекин — Шэньян (Ляонин), 879 км

- Китайское национальное шоссе 102: Пекин — Харбин (Хэйлунцзян), 1311 км

- Китайское национальное шоссе 103: Пекин — Тангу (Тяньцзинь), 149 км, самая короткая дорога

- Китайское национальное шоссе 112: Гаобэйдянь — Тяньцзинь — Таншань — Сюаньхуа — Гаобэйдянь, маршрут в виде кольца, 1228 км

Китайские национальные дороги 200-й серии проложены с севера на юг страны.

- Китайское национальное шоссе 201: Хэган (Хэйлунцзян) - Далянь (Ляонин), 1964 км
- Китайское национальное шоссе 202: Хэйхэ (Хэйлунцзян) - Далянь (Ляонин), 1818 км
- Китайское национальное шоссе 203: Миншуй (Хэйлунцзян)-Шэньян (Ляонин), 720 км
- Китайское национальное шоссе 227: Синин (Цинхай) — Чжанье (Ганьсу), 338 км

Китайские национальные дороги 300-й серии проложены с востока на запад страны.

- Китайское национальное шоссе 301: Суйфэньхэ (Хэйлунцзян) — г. Маньчжурия (Внутренняя Монголия, Российско-китайская граница и Китайско-монгольская граница), 1680 км,
- Китайское национальное шоссе 302: Хуньчунь (Цзилинь) — Улан-Хото (Внутренняя Монголия), 1028 км
- Китайское национальное шоссе 303: Цзиань (Цзилинь) — Шилин-Гол (Внутренняя Монголия), 1263 км
- Китайское национальное шоссе 330: Шоучан (Чжэцзян) — Вэньчжоу (Чжэцзян), 331 км.

### *Литература*

1. [#Классификация](https://ru.wikipedia.org/wiki/Китайские_национальные_дороги?veaction=edit&section=2)

УДК [378.147:37.013]:37.032-027.45

## **ИННОВАЦИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА»**

*Дударев А.Н., Василевский М.В.*

**Учреждение образования «Витебский государственный университет  
им. П.М. Машерова»**

*e-mail: dudarev\_aleksandr@mail.ru, maksimvasilevskiy\_1@mail.ru*

**Summary.** *The article presents the results of the development of augmented reality for implementation in the educational process on the example of the discipline «Civil defense». Electronic sales, a variety of mobile applications (both gaming and non-gaming) – all these areas in the future give the technology AR great commercial potential. In this regard, there is a need to use augmented reality technology in the educational sphere: to consider the place of this technology in the educational process of the University, to identify the area of application of AR technology to solving didactic problems. The most important factors limiting the use of additional reality in the process of teaching schoolchildren and students are the cost of equipment (which can be partially replaced by a mobile phone) and the lack of available educational content, which was corrected by us in the discipline «Civil defense».*

Новые технологии появляются все чаще, чтобы держать руку на пульсе, специалистам во всех сферах нужно будет периодически обновлять знания. Дистанционное образование набирает обороты, оно должно стать максимально доступным, так что предполагается бум на создание мобильных приложений для обучения. Современные условия развития общества формируют запрос на подготовку студентов к реализации учебной деятельности в условиях высокотехнологичной профессиональной среды.

Технология дополненной реальности является одним из ключевых направлений информатизации общества. Развитие AR (Augmented Reality) технологии обусловлено развитием сенсорной мобильной техники, обеспечивающей упрощенный доступ к сети Интернет, развитием компьютерного зрения и сферы облачных вычислений. Повсеместное

распространение может помочь рынку дополненной реальности (ДР) в ближайшей перспективе превзойти по объему более специализированный рынок виртуальной реальности. Китай стремительно вырывается в лидеры данного сегмента. Объем общей прибыли к 2022 году может достичь от 85 до 90 млрд. \$. Cao Zhuoshao, аналитик TrendForce, считает, что добавление приложений AR на мобильные устройства в течение 3-х лет, будет способствовать приобретению дорогих наборов AR. Только когда будет достаточно приложений, производители устройств смогут продавать наборы AR в качестве аксессуаров для смартфонов, почти так же, как продаются умные часы. В связи с этим возникает потребность использования технологии дополненной реальности в образовательной сфере: рассмотрения места данной технологии в образовательном процессе вуза, выявления области приложения AR технологии к решению дидактических задач. Цель нашего исследования – наполнение учебного пособия с грифом Министерства образования Республики Беларусь «Безопасность жизнедеятельности человека» авторов Прищепа И.М., Клюев В.А., Дударев А.Н. цифровыми материалами при помощи мобильного приложения с использованием технологии дополненной реальности. В образовании дополненная реальность пока применяется довольно редко и ограничивается визуализацией архитектурных и дизайнерских решений (например, это практикуют в IKEA) или при подготовке студентов-медиков (используются интерактивные учебные пособия, наглядно демонстрирующие манипуляции, которые будут проделаны во время предстоящей хирургической операции), но все чаще эти технологии внедряются в профессиональные сферы. Педагоги, исследователи и разработчики и всё больше начинают двигаться в сторону интерактивных обучающих методик.

Исследования показывают, что смешанная реальность уверенно может считаться настоящим прорывом в образовательной сфере. Такой подход позволяет лучше усваивать информацию, запоминать ее большие объемы, причем это касается и младших школьников, и старшеклассников, и студентов. Чтобы установить это, были проведены эксперименты, в ходе которых одна группа изучала новый материал при помощи AR, а другая – классическими схемами и пособиями. Тесты продемонстрировали, что представители первой группы усвоили почти 90% от общего объема материала, проявляли дисциплинированность и заинтересованность в обучении, тогда как классический подход показал втрое меньшую эффективность. Разработано AR-приложение при помощи платформы Vuforia и интегрируемой с ней среды Unity 3D, позволяющее распознавать необходимые образы, отображая при этом различные медиа-материалы, такие как 3d-модели и gif-анимации. Двухмерная бумажная проекция хоть и дает представление об объекте, но не позволяет ощутить его, в подробностях рассмотреть отдельные элементы. Трехмерный подход – совсем другое дело, будущий специалист может оценить деталь, понять ее устройство, реализовать различные усовершенствования и изменения. Созданное нами мобильное приложение, в отличие от существующих аналогов, впервые разработано для учебника по безопасности жизнедеятельности человека. Рисунки из учебника визуализируются тремя способами: переходом по ссылке, сгенерированной QR-кодом, демонстрацией gif-анимации соответствующей тематики или 3D-модели, которую можно вращать для наиболее удобного обзора. Все разделы учебного пособия «Безопасность жизнедеятельности человека» снабжены QR-кодами, позволяющими перейти к просмотру дополнительных материалов (видео, web-страницы, авторские презентации), связанные с содержанием материалов темы. QR-коды легко распознаются сканирующими программами, установленными на мобильный телефон или планшет. Разумеется, что мобильные устройства должны иметь доступ к интернету, так как все видеофайлы и презентации хранятся удаленно (на серверах).

Повышение эффективности процесса обучения с применением AR технологии обусловлено рядом факторов, а именно:

1. Развитие аппаратно-программного обеспечения мобильных телефонов, как составляющей AR технологии, способствует развитию персонализированных моделей обучения.

2. Комфортные условия использования технологии (отсутствие привязки к громоздкому оборудованию и отсутствие зависимости от специализированного аппаратно-программного комплекса) способствуют созданию адаптированных условий использования продуктов и мобильных приложений с элементами дополненной реальности;

3. Отсутствие ограничений реальной среды и возможность ее дополнения.

Экономическая значимость проекта заключается в том, что трехмерная графика позволяет более эффективно продемонстрировать модель, не обращаясь к реальным объектам, которые могут быть недоступными (атомный реактор) или опасными (пожар, молния), могут находиться далеко или стоить дорого. Мобильное приложение позволяет более детально ознакомиться с трехмерными моделями, имея в руках лишь мобильный телефон с загруженным в него приложением. Социальная значимость проекта заключается в развитии и оптимизации процессов образования населения посредством визуализации образов из учебных пособий с использованием технологий дополненной реальности. В перспективе может быть создана серверная часть приложения, которая будет загружать данные из сети, а пользователи смогут добавлять туда свои фотографии и видеофайлы к ним.

В результате издания в 3 квартале 2020 года учебного пособия с элементами дополненной реальности авторы Прищепа И.М., Ключев В.А., Дударев А.Н. в издательстве «Вышэйшая школа» нами было исправлено отсутствие доступного образовательного контента по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека».

УДК 004.896

## **РАЗВИТИЕ РОБОТОТЕХНИКИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ИНДУСТРИЯ 4.0 НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

*Стома Н. В.*

*Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»  
e-mail: stomanina0@gmail.com*

**Summary.** *The article investigates the Industry 4.0 program and the development of robotics in Belarus and China.*

На текущем этапе развития человечества зарождается новая промышленная революция, основой которой являются автоматизация и роботизация, умные транспортные средства, технологии машинного обучения и анализ больших данных.

Термин «Индустрия 4.0» появился в 2011 году, когда правительство Германии подняло вопрос о необходимости расширенного применения информационных технологий в производстве. Программа вывода производства на новый уровень быстро стала популярной и за пределами Германии. Подобная стратегия национального развития существует и в Китае, она называется «Сделано в Китае до 2025 года» («Made in China 2025»).

Цель программы – создать полный цикл промышленного производства от фундаментальных исследований до массового производства собственных инновационных продуктов, использовать передовые вычислительные технологии, Интернет и аналитику больших баз данных для преобразования производства.

Робототехника – составляющая четвертой промышленной революции, к которой стремятся все передовые экономики мира. Среди ярких примеров положительных эффектов от внедрения робототехники в производство можно выделить: они могут программироваться на выполнение задач выбора и размещения, сборки, установки и тестирования устройств, а также многих других задач; в последнее время они становятся доступнее, что позволяет внедрять их в большем количестве, а это влияет на производительность труда и снижение



затрат, так как несколько роботов-манипуляторов могут достоверно выполнять задачи, для которых раньше требовалось несколько рабочих; их использование для автоматизации повторяющихся задач.

Отмечая плюсы внедрения робототехники в производственные процессы, Китай стремится сосредоточиться на инновациях в этом направлении, системах управления, интеллектуальных сенсорных компонентах и облачных платформах, а также на ключевых аспектах программного обеспечения в рамках новой программы промышленного развития.

Стремясь идти в ногу со временем и соответствовать требованиями мировых рынков, Республика Беларусь так же делает шаги к новому этапу развития национальной экономики. Перевод экономики на инновационный путь развития выдвинут в качестве приоритетного направления социально-экономического развития на ближайшую перспективу.

1 сентября 2019 г. ГКНТ и НАН Беларуси подготовили проект указа «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы». Первым из шести приоритетных направлений выделено развитие наукоемких информационно-коммуникационных, цифровых и междисциплинарных технологий [1].

21 декабря 2017 г. Президент Республики Беларусь подписал Декрет № 8 «О развитии цифровой экономики» [2]. Этот правовой акт получил неформальное название «Декрет о ПВТ 2.0», так как развитие Парка высоких технологий, как ядра экономики знаний, является одним из приоритетов Правительства Беларуси для перехода к цифровой экономике.

Развитие робототехники в Республике Беларусь отражается во внедрении автоматизированных систем в производство, появлении в высших учебных заведениях специальностей, направленных на обучение в сфере робототехники (промышленные роботы и робототехнические комплексы), проведении турниров и наличии обучающих курсов для детей и подростков, исследованиях и разработках в рамках международного сотрудничества.

Китай занимает лидирующее место по изготовлению и внедрению роботов не только в производственную, но и повседневную жизнь населения. Так в 2019 г. он занял первое место в мире по количеству суперкомпьютеров, рынок роботов оценивался в 8,74 миллиарда долларов в 2018 г., в структуре данного рынка промышленные роботы занимают 71 %, обслуживающие – 21 % и 8 % «специального назначения» (военные разработки). В стране выданы лицензии на применение сетей 5G, доля пользователей мобильного интернета достигла 98,6 % еще в 2018 г. В вопросах потребления пожилое население КНР является активным участником сетевой экономики – исследования Alibaba и JD подтверждают ежегодный устойчивый рост интернет-покупок жителями КНР старше 50 лет [3].

Республике Беларусь тоже есть чем гордиться. В 2019 г. белорусская команда выиграла всемирные соревнования по робототехнике и программированию FIRST Global Challenge в Дубае – ежегодный робототехнический конкурс, который организован международной ассоциацией International First Committee Association [4].

Наблюдается положительная динамика увеличения численности населения, имеющего доступ и использующего сеть Интернет, за 2015-2019 гг. темп прироста составил 50 %. Стоит отметить, что положительная динамика наблюдается и в удельном весе населения в возрасте от 6 до 72 лет, использующих сеть Интернет, (темп прироста – 23 %). Такой результат отражает расширение аудитории, внедрение цифровых технологий в массы, их адаптивность и использование разными возрастными группами [5].

Таким образом, построение национальной экономики по программе «Индустрия 4.0» можно рассматривать как приоритетное направление развития как в Республике Беларусь, так и в Китайской Народной Республике на ближайшую перспективу.

Примером осуществления взаимовыгодного сотрудничества в области цифровой экономики и развития по программе «Индустрия 4.0» может являться индустриальный парк «Великий камень», проекты которого реализуются в области машиностроения, электроники и телекоммуникаций, тонкой химии, биотехнологий, фармацевтики, новых материалов, логистики, электронной коммерции и обработки больших объемов данных. На базе индустриального парка

также осуществляются научно-исследовательские, опытно-конструкторские и опытно-технологические работы [6].

Взаимовыгодное сотрудничество позволяет создать благоприятную деловую среду и достичь устойчивого социально-экономического развития, что оказывает положительное влияние на экономический рост обеих стран.

### Литература

1. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021 – 2025 годы – Указ президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г. № 156 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://president.gov.by/>. – Дата доступа: 04.11.2020.
2. О развитии цифровой экономики. Декрет Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 г. № 8. – Минск, 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://president.gov.by/>. – Дата доступа: 04.11.2020.
3. Индустрия 4.0: бизнес-модель для быстро меняющихся обстоятельств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://findirector.by/>. – Дата доступа: 04.11.2020.
4. Белорусы стали чемпионами мира по робототехнике на FIRST Global Challenge [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.by/news/champion-in-first-global-2019>. – Дата доступа: 05.10.2020.
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 05.10.2020.
6. Официальный сайт Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий камень» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.industrialpark.by/>. – Дата доступа: 05.11.2020.

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY FOR EVALUATING SOLAR ENERGY RESOURCES AND ITS APPLICATION IN HARBIN

*Raman Kulinich<sup>a,b,c</sup>, Uladzimir A. Sednin<sup>a</sup>, Bachirou Guene Lougou<sup>b,c</sup>, Yong Shuai<sup>b,c</sup>.*

*<sup>a</sup>Industrial Power and Heat Engineering Department, Belarusian National Technical University*

*<sup>b</sup>Key Laboratory of Aerospace Thermophysics, Harbin Institute of Technology*

*<sup>c</sup>School of Energy Science and Engineering, Harbin Institute of Technology*

*e-mail: roman.ku@yandex.ru*

**Summary.** *In terms of economy, electricity is a commodity capable of being bought, sold and traded. Electricity is difficult to store, and it has to be available on demand. Consequently, unlike other products, it's impossible, under normal operating conditions, to keep it in stock, to ration it, or to have customers queue for it. The solar energy generating system, whether grid-connected or stand-alone, is most commonly used in places when possible to install solar equipment (roofs, pollutes areas, closed rubbish dumps, rural and suburban areas). It is based on converting solar radiation (i.e., photons that are sent from the sun) to produce electricity. The PV system has a lot of ways of applications. For example, in developing countries, PV is used for basic life needs, such as heating and cooking, while in developed countries, the system is used to supply electricity for homes and grids. Due to its importance in the solar energy field, global solar radiation data (GSR) forecasting has become more popular to facilitate solar system installation. This paper investigates the method of prediction of global solar radiation in Harbin by the artificial neural network (ANN) approach. Solar radiation prediction and forecasting carry out considering global weather solar radiation data.*

**Keywords.** *energy forecasting; solar energy prediction; artificial neural network; global solar radiation; average air temperature.*

### 1. Introduction

There are many spheres computers can do better than human-calculate square roots or retrieve a web page instantaneously. However, incredible brain of human is still a step ahead when it comes to common sense, imagination and inspiration. Inspired by the strategy of actions of the brain, artificial neural networks are the way of making computers more human-like and help machines be more like humans [1].

In this paper, neural networks are used to design forecasting models, using four steps, such as collecting data, initiating network, training data, and simulating data. Location of investigation: Harbin, Heilongjiang province, the People’s Republic of China (*Latitude 45.7448, Longitude 126.6299*) is selected as the case study.

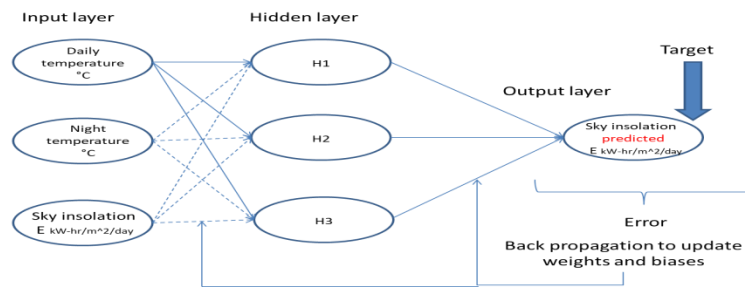
### 2. Methods

The core unit of an artificial neural network is neurons, which use the transfer function to create output. Each input (p) is multiplied by a weight (w), which serves as a connection between an input and a neuron as well as between the various layers of neurons. In the next stage, weight inputs are combined, after which a bias (b) is added to the sum of the weight inputs. The neuron applies a transfer function (n) to this result, from which the output (a) is obtained. Figure1 illustrates a simplified flow chart of the artificial neural network.

In this study, 4 types of weather data are considered for appropriate parameter settings.

1. Massive from September 2014 till September 2018.
2. Massive from September 2009 till September 2018.
3. Massive from September 2004 till September 2018.
4. Massive from September 1999 till September 2018.

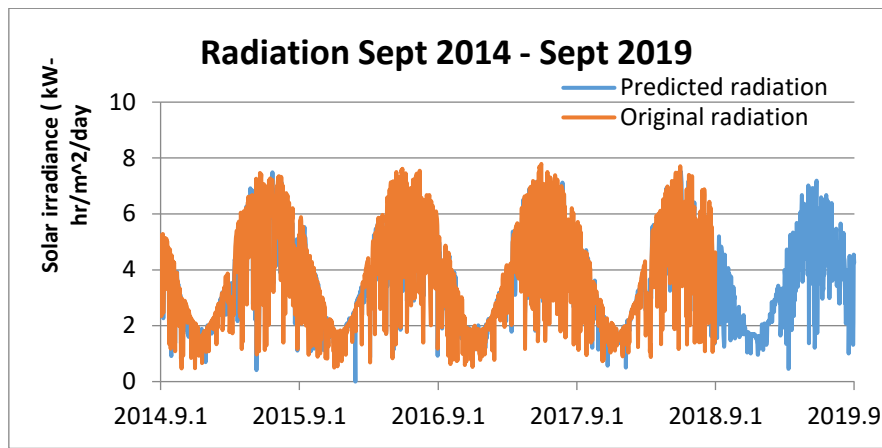
#### Work scheme #1



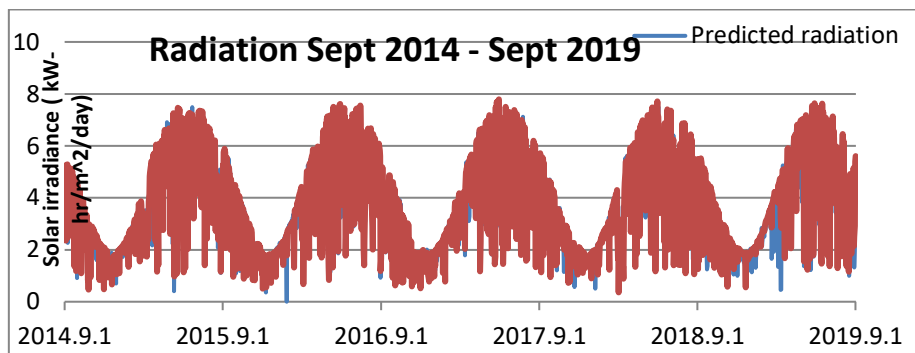
**Fig.1** Work scheme #1. Input: Daily temperature, night temperature and solar sky insolation. Output-solar insolation

### 3. Results and discussion.

Figure 3 describes the comparison of original solar radiation and predicted solar radiation between 2014-2018 years. The deviation observed between the original radiation and the predicted one could be attributed to the errors. Some places have technical errors. Moreover, original solar radiation data and predicted solar radiation data for 5 years is shown in Figure 8; 9.

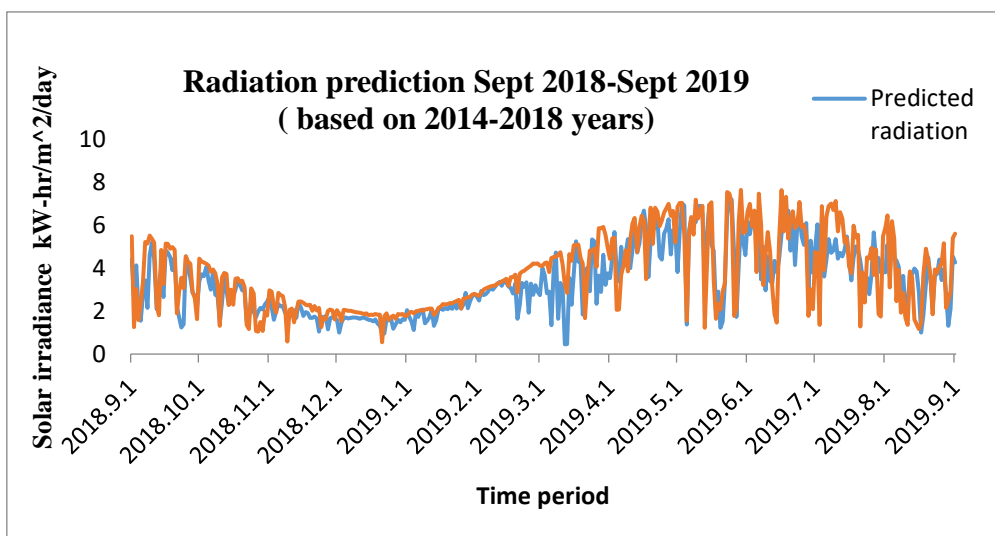


**Fig.2** Predictions of period from September 2014 till September 2019: red color massive is our Original solar irradiance data kW-hr/m<sup>2</sup>/day (data which was taken from weather resource). Blue color massive is our Predicted solar irradiance data (which was predicted by ANN technology)



**Fig.3** Predicted data (Blue) Vs. Original data (red); stratification

“Figure3” shows comparison of original solar radiation and predicted solar radiation between 2018-2019. As can be seen in “Figure10”, we can detect a form of 2018-2019-years solar radiation prediction. It is almost similar to the previous year’s parts. It gives us insight that our prediction is plausible. Peaks of the graph are only in the summer. The peak of predicted part is the summer period too. “Figure 5” shows the original solar radiation data and predicted solar radiation data for 5 years. It doesn’t have any extreme vertical drops.



**Fig.4** Original solar radiation (red) (2018-2019) and predicted solar radiation (blue) data(2018-2019)

Solar energy is an inexhaustible and renewable source of energy. The main necessary conditions for the development of solar energy are: long daylight hours, the prevalence of sunny weather in the daytime and a high angle of incidence of sunlight [5].

On this basis, the most favorable development regions are countries in tropical and subtropical climatic zones. However, for industrial sphere use, a major drawback is that the intensity of solar radiation is dependent on weather conditions and the time of day.

Due to the impermanent nature of renewable energy sources, the task of forecasting the volumes of generated solar energy is relevant.

The forecasting task is one of the most complex tasks of data analysis and requires careful analysis of the source data, identifying patterns in them, as well as selecting informative features. The initial data for the task of forecasting solar energy is long-term statistics containing information on weather conditions and the daily solar irradiance data.

The goal of the research was to find accurate method of predictions solar radiation, to predict the daily average of global solar radiation in Harbin, China. This research discusses **the** results obtained from the ANN model. Solar radiation is an essential parameter for implementing solar energy systems.

The proposed method has ability to do future solar energy forecasting according to collected data:

- Method is fully informative and based on the current instrumentation of Artificial Intelligence.

- Application is simple and understandable for engineers.

- It has a big research backup for improving our method (increase input, decrease error, add new algorithms of predictions, etc.)

### **Conclusion**

Global solar radiation forecasting plays a significant role in the design of solar power systems. In this work, the method was employed to predict daily average solar radiation. This section provides conclusions of the results obtained along with suggestions for future work. In this study, the goal was to find a method that accurately predicts global solar radiation, to predict the daily average of global solar radiation in the area of Harbin, China. This research discusses the results obtained from the ANN model used four types of weather data. Artificial neural networks, in collaboration with solar energy, are good basis for implementing and exploiting effective solar power generation systems.

### *References*

[1] M. Woolfson. The origin and evolution of the solar system. *Journal of Astronomy & Geophysics*, 2000, 41: 150.

[2] S. Panteliou, A. Dentsoras, E. Daskalopoulos. *Journal of Solar Energy*. 1996, 57: 1.

[3] D. Basak, S. Pal and D. C. Patranabis. Support vector regression. *Neural Information Processing-Letters and Reviews*, 2007, 11: 203–224.

[4] S.Shubbak, H. Mahmood. The technological system of production and innovation: The case of photovoltaic technology in China. *Journal of Research Policy*, 2019, 48: 993–1015.

[5] X.Yang, H. Hanjun, T. Tianwei, L. Jinying. China's renewable energy goals by 2050. *Journal of Environmental Development*, 2016, 20: 83–90.

## СИСТЕМА СЪЕМА И АНАЛИЗА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

*Трушко Е.Д., Николаюк-Ртищева М.В.*

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»  
e-mail: trushko-1999@mail.com*

**Summary.** *This article is devoted to the development of the possible structure of the collection and analysis system of physiological information, as well as the analysis of the adequacy of use of its constituent modules.*

Система съема и анализа физиологических показателей – это техническое средство, используемое при проведении инструментальных психофизиологических исследований, представляющее собой прибор для точного измерения амплитуды и длительности психофизиологических реакций человека в динамике их проявления. Самой популярной системой съема и анализа физиологической информации является полиграф – надежное устройство, которое применяется в различных организационных структурах, государственных и коммерческих организациях при необходимости узнать правду о том или ином человеке. Основная сложность при проектировании такой системы заключается в выборе отслеживаемых параметров, которые будут являться оптимальными для решения конкретной задачи без перенасыщения функционала и с минимальной стоимостью. Целью данной статьи является разработка структуры системы съема и анализа физиологической информации, а также анализ адекватности применения в данной системе ее возможных составляющих.

Принцип работы полиграфа делится на три этапа. На первом этапе полиграфолог рассказывает испытуемому о действии прибора. Производится настройка аппарата на серии контрольных вопросов, на которые человек должен отвечать только «да» или «нет». Во время второго этапа полиграфолог зачитывает длинный список вопросов, в котором существенные значительно разбавлены несущественными. Вопросы теста повторяются несколько раз, чтобы исключить случайную одномоментную реакцию. На третьем этапе полиграфолог обсуждает те вопросы, на которые прибор зафиксировал сильную эмоциональную реакцию. Заключение делает эксперт на основании своего опыта и знания принципов работы полиграфа. Исследование только одного физиологического показателя, как правило, не может дать однозначного ответа о состоянии человека. Поэтому в практике инженерно-психологических исследований применяется обычно так называемый полиэффекторный метод исследования, заключающийся в одновременной записи и анализе целого комплекса показателей. Полиграф – это сложное устройство, которое состоит из нескольких модулей, таких как блок датчиков, ЭВМ для записи и обработки данных, выводящее устройство. В полиграфе возможно использование следующих датчиков: датчик мозговой активности, датчик регистрации движения глаз, датчик фотоплетизмограммы, датчик дыхания, датчик кожно-гальванической реакции (КГР) и датчик двигательной активности [1].

Датчик мозговой активности, или электроэнцефалограф, – чувствительный датчик, который измеряет малейшие изменения функций коры головного мозга и глубинных мозговых структур во время измерений. Прибор имеет очень высокую чувствительность к движениям и тремору, которые возникают при эмоциональном напряжении и вызывают помехи, что существенно затрудняет диагностику и требует определенной квалификации персонала. Средняя стоимость датчика мозговой активности – от 1000 белорусских рублей.

Датчик КГР используется для измерения величины и амплитуды кожно-гальванической реакции человека. Данный датчик измеряет электрическое сопротивление кожи, которое резко изменяется с усилением потоотделения при волнении человека. Один из наиболее чувствительных, информативных и легкодоступных датчиков.

Датчик регистрации движения глаз позволяет отследить движение глаза от малейшего тремора до микросаккады. Достоинства датчика – бесконтактный характер и возможность регистрации величины раскрытия зрачка. Однако датчик имеет множество недостатков: невозможность правильной регистрации направления взгляда в случае перекрывания зрачка ресницами или засветки ИК-излучения ярким солнечным светом, что сильно влияет на результат показаний. Увеличение разрешения датчика предполагает использование дорогих высокоскоростных видеокамер, что значительно увеличивает стоимость.

Датчик дыхания предназначен для съема и регистрации показателей верхнего (грудного) и нижнего (брюшного) дыхания. Регистрируют величину, частоту и амплитуду грудного, брюшного и диафрагмального дыхания человека. Имеет высокую информативность, точность в виду двухпозиционной фиксации и невысокую стоимость. Весьма чувствительный датчик контроля двигательной активности человека устанавливается на сидения или под ножки стула, обеспечивает регистрацию минимальных перемещений и движений человека и снимает число моторных движений в минуту как показатель активности центральной нервной системы. Датчик фотоплетизмограммы считывает показатели сердечно-сосудистой деятельности человека, а именно деятельность периферических кровеносных сосудов пальцев рук. В состоянии сильного эмоционального напряжения значительно изменяется количество крови в сосудах конечностей, что обеспечивает высокую информативность показателя [2]. Таким образом, использование некоторых из вышеописанных датчиков является нецелесообразным в виду высокой стоимости, невысокой информативности, большой помехочувствительности и даже возможной опасности, что может существенно затруднить диагностику. Поэтому было принято решение не использовать датчик мозговой активности и датчик регистрации движения глаз. Наиболее адекватный с точки зрения удобства использования и минимальных материальных затрат вариант структурной схемы системы съема и анализа физиологических показателей человека представлен на рисунке 1.

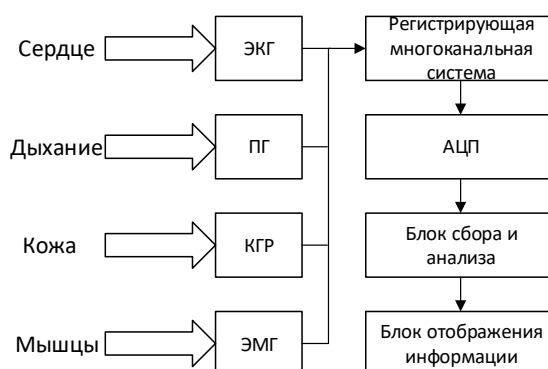


Рисунок 1 — Структурная схема системы съема и анализа физиологических показателей

Датчики предназначены для съема физиологических показателей. Модуль регистрации многоканальной системы служит для фиксации информации от нескольких датчиков одновременно в аналоговом виде. Преобразованная в блоке АЦП в цифровую форму информация поступает в блок сбора и анализа, который накапливает статистическую информацию, анализирует ее и передает в блок визуального отображения для дальнейшей оценки оператором.

Таким образом, приведенная выше схема адекватно отражает минимальный набор физиологических показателей, необходимых для построения рассматриваемой системы их съема и анализа, обладает минимальной стоимостью и аппаратными затратами.

## Литература

1. Вся правда о полиграфе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/386027/> Дата обращения: 04.11.2020;
2. Что такое «Полиграф» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lie-detect.ru/kak-rabotaet-poligraf> Дата обращения: 07.11.2020.

УДК 658.78

### ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ НА РАЗВИТИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ КАНАЛОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОВАРОВ

Троцюк А.А.

Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»  
e-mail: alexandra\_trotsyuk@mail.ru

**Summary.** *The article discusses the main trends in the development of interactive distribution channels during a pandemic, provides statistics on the number of online stores in Belarus, lists large Internet resources in the field of electronic commerce. It also describes the performance of the largest online retailers.*

В современных условиях сеть Интернет является источником появления новой электронной экономики, характеризующийся мобильностью, инновационными возможностями для производственной и деловой активности, а также изменениями структуры рынка труда и капитала [1].

Интернет-торговля является интерактивным каналом распределения и представляет собой любую форму деловых отношений между продавцом и покупателем с использованием сетей передачи данных и современного информационного бизнеса.

Главная проблема использования Интернета в качестве канала товародвижения заключается в том, что очень сложно завоевать доверие потребителей, так как в этом случае потребители не могут воспользоваться привычными сигналами качества, такими как месторасположение магазина, его атмосфера и интерьер и пр. Все это затрудняет процедуру сбыта, особенно для компаний, которые только выходят на рынок Интернет-торговли, и имя которых пока еще неизвестно рынку, а репутация не заработана [2].

Однако сегодня пандемия стала своеобразным толчком для развития интернет-торговли.

По оперативным данным Торгового реестра Беларуси, количество интернет-магазинов за последние пять лет увеличилось на 10922 ед. (или на 93,9%) и на 1 января 2020 года составило 22552 ед.

По состоянию на 1 июля в Торговом реестре зарегистрирован 24021 интернет-магазин (прирост к началу 2020 года - 6,5%, или 1469 единиц), из которых 11406 ед. (47,5%) принадлежат юридическим лицам, 12615 ед. (52,5%) - индивидуальным предпринимателям [3].

Согласно статистике, за период пандемии наблюдается значительный рост онлайн-платежей в следующих сегментах: продукты питания, медицинские товары, бытовая техника и электроника, товары для животных, детские товары.

При этом наиболее крупными интернет-ресурсами в области электронной торговли на рынке товаров B2B, B2G в Республике Беларусь являются:

- белорусская универсальная товарная биржа;
- белорусская валютно-фондовая биржа;
- белорусские экспортеры;
- белорусская торгово-промышленная палата;
- интернет-магазин управления материальными ресурсами Минобороны;



– электронная площадка концерна «Белнефтехим».

На рынке B2C существует большое число интернет-магазинов, которых по оценке отдельных исследователей насчитывается 1,5 тыс. Также представлено большое количество интернет-порталов, которые помогают реализовать потребительские товары. К ним относятся: onliner.by; 360.by [4].

В мировом масштабе объем розничных продаж электронной коммерции в 2019 году составил 3,53 трлн. долл. США и, по прогнозам Statista, в 2022 году он вырастет до 6,5 трлн. долл. США.

При этом чистый объем продаж крупнейшего в мире онлайн-ритейлера Amazon увеличился во втором квартале 2020 года на 40% до 88,9 млрд. долл. США по сравнению с 63,4 млрд. долл. США во втором квартале 2019 года. За этот квартал Amazon получил прибыль в размере 5,2 млрд. долл. США, что стало крупнейшей квартальной прибылью за всю 26-летнюю историю компании.

В сентябре Amazon в четвертый раз с начала пандемии масштабно набирает дополнительный персонал, на этот раз компания объявила о наборе 100 тысяч человек для работы на складских и производственных площадках для сбора, упаковки и доставки товаров к покупателям.

Выручка еще одного мирового монстра в сфере онлайн-торговли – китайской Alibaba Group за квартал, закончившийся 30 июня 2020 года, выросла на 34% до 21,7 млрд. долл. США по сравнению с аналогичным периодом 2019 года. Операционная прибыль за квартал составила 4,9 млрд. долл. США, что на 42% больше в годовом выражении. Комментируя блестящие итоги квартала, руководство компании признало, что ускорению роста показателей способствовала пандемия.

Онлайн-продажи Walmart во втором квартале 2020 года выросли на 97%, сеть Target увеличила продажи по доставке на 273%. Драйверами продаж стали алкоголь, товары для дома и продукты питания (рост на 16%, 14% и 12% соответственно), при этом спрос на одежду значительно снизился.

Таким образом, пандемия сказалась на экономике многих стран, в том числе и Беларуси. Режим самоизоляции способствовал тому, что покупатели стали совершать большую часть покупок через такие интерактивные каналы распределения как интернет-магазины. Сегодня можно утверждать, что эпидемиологическая ситуация стирает существовавшие барьеры: как психологические, например, боязнь компьютерного мошенничества, так и законодательного плана, лекарства теперь можно купить онлайн. Данные показывают, что пандемия коронавируса действительно заставила потребителей пересмотреть свое отношение к покупкам в Интернете: часть потребительского спроса естественным образом переходит в онлайн. И для интернет-магазинов это отличная возможность расширить свою аудиторию покупателей.

### *Литература*

1. Юрченко, А.Н. Развитие интернет-торговли в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/61979/1/Yurchenko\\_126\\_128.pdf](http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/61979/1/Yurchenko_126_128.pdf). – Дата доступа: 09.11.2020.

2. Интернет-торговля в Беларуси: тенденции и перспективы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kv.by/content/internettorgovlya-v-belarusi-tendentsii-i-perspektivy>. – Дата доступа: 08.11.2020.

3. Пандемия изменила отношение к e-commerce. К 2021 году ожидается рост рынка более 30% [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://belretail.by/article/pandemiya-izmenila-otnoshenie-k-e-commerce-k-godu-ozhidaetsya-rost-ryinka-bolee](https://belretail.by/article/pandemiya-izmenila-otnoshenie-k-e-commerce-k-godu-ozhidaetsya-rost-ryinka-bolee-30). Дата доступа: 07.11.2020.

4. Шепелюк, О. Самоизоляция – двигатель электронной торговли [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://belmarket.by/samoizolyaciya-dvigatel-elektronnoy-torgovli>.– Дата доступа: 07.11.2020

УДК 528.74

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО КАТАЛОГА ПО ИСТОРИИ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ КУРСОРОМ

Плында В.В., Карпук Д.А.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»  
e-mail: [asyamarkina2@gmail.com](mailto:asyamarkina2@gmail.com)

**Summary.** *There is a problem to preserve the history of evolution of computer mice and trackballs in digital form caused by inability of their static photos found over the Internet to reflect the actual size and shape of the device. A micro-controller photogrammetry platform developed to facilitate solution of this problem is presented.*

Общепризнанная история манипуляторов для управления курсором берет свое начало в 1968 году, с публичной демонстрации первого прообраза персональных компьютеров, графического интерфейса и прообраза веб-среды. В качестве манипулятора использовалось электромеханическое устройство, регистрировавшее собственные перемещения с помощью двух взаимно перпендикулярных дисков, и имевшее единственную кнопку (термины «мышь» и «курсор» ещё не были придуманы). Начиная с этого момента непрерывно совершенствовалось устройство манипуляторов: сравнительно быстро вместо колес стали активно использовать оптические датчики (в более дорогих устройствах) или шаровой привод (в более дешевых) с контактным, а позже – с оптическим энкодером [1]; в ряде моделей 1980-х годов можно встретить нестандартные и весьма спорные технические решения, например, ременные и зубчатые передачи, световоды, координатный ввод с использованием реостатов и др.). Широкое развитие получают манипуляторы типа «трекбол», представляющие собой инверсию концепции мыши с шаровым приводом.

Не менее активные изменения претерпевают размеры и форма манипуляторов. Если форма ранних изделий отражает особенности индустриального дизайна и специфику используемого материала, а не нужды конечных пользователей, то в последствии, когда в человеко-машинном взаимодействии наметилась тенденция отхода от повсеместного использования клавиатур в пользу более активного применения указательных устройств, дизайн мыши является ключевым моментом при стремлении повысить комфорт при работе [2].

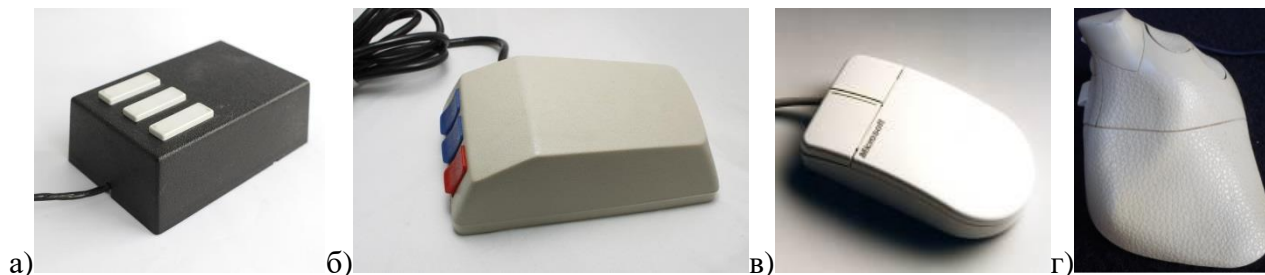


Рис. 1. а – Xerox X063X, б – Magic Mouse, в – Microsoft «Dowebar» Mouse, г – Ortho Mouse

Сохранение истории этих изменений и наглядная демонстрация особенностей её ключевых этапов наталкивается на ряд сложностей. В ряде случаев статические фотографии манипулятора, доступные в сети Интернет, создают о нем ложное представление, сильно отличающееся от действительной картины. Так, большинство фотографий не содержат референсных предметов (монет узнаваемого номинала и др.), которые можно было бы использовать для визуальной оценки размера мыши, а без понимания размера изделия невозможно составить четкое представление о его эргономических свойствах. Кроме того, в случае более поздних изделий сложной анатомической формы статическая фотография вовсе не репрезентативна. В результате для исследователя, изучающего историю манипуляторов, ознакомление с их образцами в музеях компьютерной техники стран ЕС и Америки оказывается неизбежно сопряжено с кардинальным пересмотром части собственных представлений. Так, на самом деле мышь Xerox X063X является самым миниатюрным манипулятором на рис. 1, Magic Mouse – самым крупным [3, 4], а форму мыши Ortho вообще невозможно оценить по её фотографии.

Для решения данной проблемы нами начата работа по созданию электронного каталога по истории манипуляторов, предназначенных для управления курсором использовать принципы фотограмметрии [5]. К числу типового применения фотограмметрических средств в числе прочего относят инженерный анализ, воспроизведение промышленного дизайна и цифровое архивирование, что соответствует целям настоящего проекта.

В качестве основы фотограмметрической платформы использован проект поворотного стола с микроконтроллерным управлением photopizza, распространяемый на условиях свободного программного обеспечения [6]. Список функций системы включает поворот поверхности стола с изделием на заданные углы, управление затвором цифровой камеры для получения последовательности изображений изделия, создающих его круговой обзор, а также, опционально, управление лазерными дальномерами для сканирования пространственной модели.

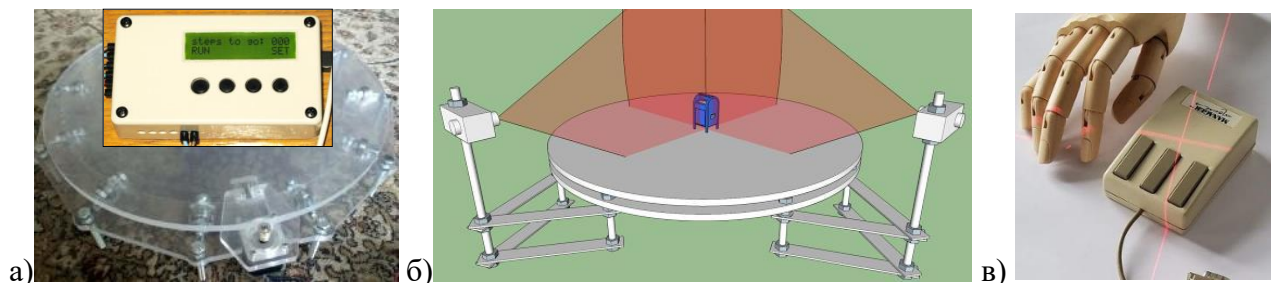


Рис. 2 – Фотограмметрическая платформа с блоком управления (а, б), пример фото (в)

Управление платформой осуществляется с помощью электронного блока на базе микроконтроллера Atmel Atmega, включающего также пульт управления с ЖК-дисплеем (см. врезку к рис. 1-а).

Помимо возможности кругового вращения моделей манипуляторов, также предусмотрена их съемка рядом с референсным объектом, в качестве которого использован деревянный манекен правой кисти руки для рисования (рис. 2-в).

*Авторы выражают благодарность Максиму Ли за неоценимую помощь в разработке аппаратного обеспечения.*

### Литература

1. Barr C. et al. Mice for Mainstream Applications //PCMagazine, August, 1987.–P. 117–159.

2. Odel D., Johnson P. Evaluation of flat, angled, and vertical computer mice and their effects on wrist posture, pointing performance, and preference // *Work*, Vol. 52, No. 2, 2015. – P. 245–253.
3. Somerson P. The tale of the mouse // *PC Magazine*, February 1983. – P. 69–74.
4. Janda D. SMC Mouse (Commodore 64) // *Personal Computer News*, Iss. 107, April 1985. – P. 32.
5. Фотограмметрия // *Военная энциклопедия* / Грачёв П. С.. — Москва: Военное издательство, 2004. – Т. 8. – С. 281.
6. Автоматический поворотный стол для съемки фото-360, видео и 3D-сканирования [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа : <https://photorizza.ru/> . – Дата доступа: 24.09.2020

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ФАСОННЫХ И СБОРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ МЕТОДОМ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Ажар А.В., Пенкина А.Д.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: Lucian\_n@bk.ru*

**Summary.** *It is proposed to use the methods of computer 3D modeling to solve the problems of manufacturing complex shaped tools that work by copying when processing cylindrical, screw surfaces, and prefabricated tools with spatial basing of a removable polyhedral plate.*

На этапах конструкторской и технологической подготовке производства сложнопрофильных фасонных и сборных режущих инструментов возникает ряд проблем, связанных с профилированием режущей части цельных фасонных инструментов и определением положения сменных неперетачиваемых пластин (СНП) в корпусе или державке. Для решения данных задач применяются как графические методы построения профиля, так и аналитические [1], которые имеют ряд недостатков [2, 3]. Наиболее продуктивно решение задач профилирования режущей части инструмента, анализа операций механической обработки режущей части и процесса формообразования обеспечивает компьютерное 3D-моделирование.

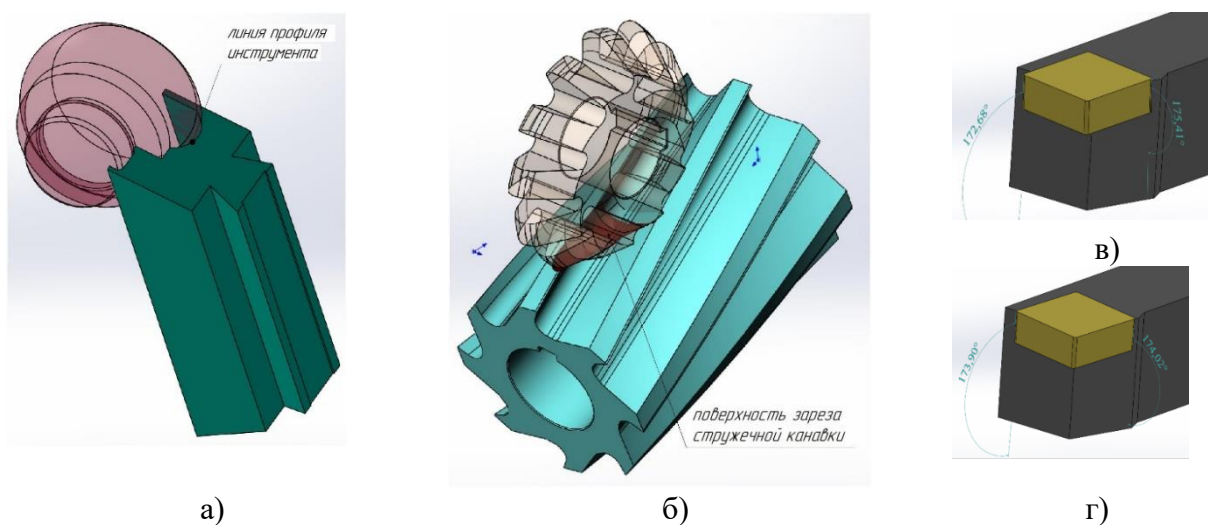


Рисунок 1 – Моделирование конструкций инструментов и условий формообразования: а) точение фасонный призматический резец; б) фрезерование винтовых стружечных канавок фасонной дисковой фрезой; в) сборный резец с гнездом под пластину, смоделированный на основе аналитического расчёта; г) резец с оптимальной геометрией задних поверхностей, полученный итерационным моделированием гнезда под пластину

При проектировании фасонных инструментов, работающих методом копирования, таких как фасонные резцы, дисковые фрезы, встает задача определения профиля исходной инструментальной поверхности и на ее основе оптимальной геометрии инструмента (рис.1,а). Также необходимо решать обратную задачу определения профиля обрабатываемой поверхности известным инструментом при известной схеме формообразования, в частности, при анализе возможности и точности обработки выбранным инструментом винтовых и затылованных поверхностей (рис.1,б).

Т.к. задний угол инструмента  $\alpha > 0^\circ$ , а в ряде случаев и передний угол  $\gamma$  отличен от нуля, размеры профиля изделия и инструмента не совпадают, что приводит к необходимости проведения коррекционных расчетов профиля фасонных резцов и фрез. Разновысотное и разнонаправленное расположение участков фасонной поверхности детали приводит к тому, что углы  $\gamma$  и  $\alpha$  носят переменный характер вдоль профиля инструмента. Подобные задачи решаются посредством анализа особенностей конструкции инструмента, условий контакта в процессе резания. Общий подход к моделированию фасонных инструментов, работающих методом копирования, следующий: находится исходное сечение обрабатываемой детали, определяющее координаты точки профиля инструмента, и с помощью средств 3D-моделирования создается тело инструмента, направленное в соответствии с его геометрией. В результате получается совершенно точная исходная инструментальная поверхность, которая будет обеспечивать точную обработку.

Для сборного инструмента, где основным методом профилирования является метод следа и обработанный профиль поверхности получают вершиной режущей кромки инструмента часто возникают проблемы с определением положения режущей пластины относительно плоскости резания, обеспечивающего правильные передние и задние углы инструмента. В данном случае необходимо определить положение опорных плоскостей под СНП, обеспечивающих правильный контакт вершины инструмента с обрабатываемой поверхностью и заданные задние углы в главной и вспомогательной секущих плоскостях. Решение данной проблемы аналитическим методом для проходных и расточных резцов показало свою несостоятельность, т.к. модель инструмента построенная на основании расчета не обеспечила необходимые задние углы (рис.1,в) [1]. Данная задача была решена с помощью компьютерного моделирования методом итерационного подбора угла наклона опорной плоскости под пластину, обработка которой реализуется на фрезерных широкоуниверсальных и станках с ЧПУ, а угол наклона плоскости являются параметром настройки стола или фрезерной головки данного вида оборудования.

Современные CAD-системы, такие как T-Flex CAD, КОМПАС 3D, SolidWorks, позволяют решать данные задачи подготовки инструментального производства, а также позволяют в значительной мере автоматизировать процесс проектирования режущих инструментов без разработки сложных программ, используя только встроенные параметрические функции работы с векторной геометрией. Кроме визуализации всего процесса метод 3D-проектирования позволяет:

- с точностью необходимой для производства определять параметры профиля и геометрии фасонного и сборного инструмента;
- решать обратную задачу по определению точности обработки смоделированным инструментом;
- на основе разработанной создавать другие унифицированные модели или использовать ее в комплексных системах СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь);
- анализировать геометрию модели и давать рекомендации по ее усовершенствованию;
- проводить анализ кинематики резания и снимаемого припуска;
- создавать на базе модели рабочие чертежи фасонного и сборного инструмента;
- с использованием постпроцессоров автоматически создавать программы для станков с ЧПУ для изготовления инструментов или пресс-форм для изготовления твердосплавных режущих пластин;
- путем импорта модели в пакеты конечно-элементного расчета осуществлять анализ прочностных, вибрационных и тепловых характеристик инструмента и процесса резания в условиях, приближенных к реальным.

## Литература

1. Фельдштейн Е.Э. Металлорежущие инструменты: справочник конструктора / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск: Новое знание, 2009. — 1039 с.
2. Ажар А.В. Компьютерное моделирование сложнопрофильного инструмента // Материалы 23-го международного симпозиума студентов и молодых ученых. Польша. Зелено-Гура, Зеленогурский политех. Институт, 2002г., т. Механика – с.92 – 99.
3. Ажар А.В. Имитационное моделирование специального режущего инструмента // Машиностроение – Мн., 2003 – Вып. 19 – с.163 – 168.

УДК 0809

### 基于大数据的新闻媒体预测推荐系统报告

沈阳工学院 王龙丰  
e-mail: 1174279356@qq.com

**Summary.** *The site now offers the same content to all users. Users can only refer to relevant navigation and leaderboards, and use search engines to find what they need. Website recommendations to users of information is only some of the hottest news, newspapers, e-books, and can not be based on the user's own interests need for personalized recommendation services. This form of recommendation can become a non-personalized recommendation service, it has many disadvantages. Therefore, personalized news recommendations are a solution to this problem. By building a user interest model, tracking and recording the browsing and clicking behavior of different users, and then using this information to update the user interest model, based on the analysis of the data in the model, we can predict what the user would be interested in and what might be interested in.*

#### 一、背景及意义

目前大部分网站都是向所有用户都提供相同的内容。用户只能通过参考相关排行榜，或者利用搜索引擎来寻找自己需要的内容。网站推荐给用户的信息只是一些当下热议的新闻，电子书等，并不能根据用户自身的兴趣爱好进行个性化的推荐服务。这种推荐形式可以称为非个性化推荐服务，它存在着很多缺点。例如，它不会考虑用户的一些历史行为，简单粗暴的推荐给用户热搜榜的内容，大大浪费了用户的时间等资源。因此，个性化的新闻推荐就是为了解决此问题。

个性化新闻推荐系统是目前最为火热的研究领域，今日头条、一点资讯等新闻阅读产品都以自己的个性化算法作为亮点吸引用户。然而，新闻的个性化推荐系统是一个极为复杂的系统，需要自然语言处理、特征工程、机器学习、大数据计算等多个领域的知识。

通过建立用户的兴趣模型，跟踪和记录不同的用户的浏览点击行为，然后利用这些信息更新用户兴趣模型，根据模型中的数据分析预测出用户感兴趣的以及可能感兴趣的内容，当用户下次访问的时候，将预测的结果推荐给用户。由于不同的用户的兴趣也不同，这样每个用户得到的就是符合自己兴趣爱好的个性化服务。个性化新闻推荐服务不仅节约了用户的浏览时间，还提高了网站的运行效率。个性化的新闻推荐服务应用到网站的设计中，对于相关技术的研究和网站应用都具有非常重要的意义。

#### 二、主要应用技术及工具

个性化新闻推荐系统主要用到的技术有 Hadoop, Python, Ftp 和 Oracle 数据可视化。选择使用 Hadoop 的作用是进行数据的存储和离线数据统计。由于本系统中需要实现对新闻内容的相似度分析，进而向用户推荐相似的新闻内容。所以本系统使用 Python 技术，因为

Python 的 Gensim 库中包含了对文相似度分析功能, Jieba 库包含了中文分词的功能, 而且基于 Python 的强大社区为我们提供了丰富的程序库, 为以后的算法模型应用也提供了很大的便利。本系统的原始数据存储远程文件系统中, 需要将数据通过 Ftp 读取数据上传到分析平台的 Hdfs 中。Ftp 完全符合案例业务需求。OracleDV 的优势是在方便用户使用、加速交互性的同时, 保证数据的准确性和一致性。并且拥有丰富的可视化控件, 只需要通过点击, 就可以快速地检索数据, 找到更多的答案和业务洞察。

### 三、系统设计步骤及流程

个性化系统设计的基本步骤是: 数据采集-获取数据, 数据清洗-清洗用户浏览记录, 数据清洗-清洗新闻内容信息, 数据处理-整合用户浏览记录, 机器学习-计算新闻推荐, 数据可视化。

具体设计步骤如下:

1. 数据采集-获取数据: 通过 Ftp 从远程文件系统中获取获取新闻内容信息、用户浏览记录信息, 导入到业务分析平台的 Hdfs 文件系统。
2. 数据清洗-清洗用户浏览记录: 对采集后存储在 Hdfs 系统的用户浏览纪录进行处理, 去除数据中格式不规范的数据, 保留正常数据存储到 Hdfs 中。
3. 数据清洗-清洗新闻内容信息: 对采集后存储在 Hdfs 系统的新闻内容信息进行处理, 去除数据中格式不规范的数据, 保留正常数据存储到 Hdfs 中。
4. 数据处理-整合用户浏览记录: 用 Mapreduce 程序处理 Hdfs 数据, 对清洗后存储在 Hdfs 系统的用户浏览纪录数据根据不同用户, 将其浏览过的所有新闻进行整合。
5. 机器学习-计算新闻推荐: 基于 Python 的分词分析对用户浏览记录进行进行智能分词, 再通过文本相似度分析, 向用户感兴趣的推荐新闻, 将结果文件上传到 Hdfs 文件系统。
6. 数据可视化: 通过 OracleDV 对预测结果数据进行可视化展示。

### 四、结果展示

本系统使用的数据通过网络爬虫获得的新闻内容信息以及用户浏览记录信息。

新闻内容信息数据样例如图 1 所示:

新闻id	标题	内容
a21665621	两加拿大人被拘与孟晚舟事件有关?	外交部回应【环球网-环球网报道 记者白云怡】据有关部门消息, 加拿大公民迈克尔(英文名Spavor Michael Peter Todd), 因涉嫌从事危害中国国家安全的活动, 于2018年12月10日, 被辽宁省丹东市国家安全局依法审查。目前, 案件正在审理中。对此, 中国外交部发言人陆慷13日也证实称, 中方有关部门已先后对康明凯和迈克尔依法采取强制措施, 案件目前正在侦办中。在当天举行的外交部例行记者会上, 陆慷在回应相关询问时表示, 从性质上说, 两人都从事了危害中国国家安全的活动, 北京和辽宁省有关国家安全机关正在分别侦办其案件, 并已分别向加拿大方面通报有关情况, 两名加拿大公民的合法权益能够得到保障。在被问及康明凯和迈克尔被拘是否与孟晚舟事件有关时, 这名中国外交官则表示, “中方是依法、依规采取行动”。据加拿大《环球时报》此前报道, 迈克尔·斯帕弗经营着一家名为“长白山文化交流”的公司, 他本人曾因帮助前NBA球星罗德曼访问朝鲜而闻名。另据加拿大《星报》12日报道称, 加拿大前驻华大使穆罗尼针对此事表示, 若(拘捕一事)属实, 加拿大需要从盟友那里争取到真正的支持, 首先是美国, 这需要特鲁多总理与特朗普总统进行坦率的谈话, “而特朗普总统到目前为止完全没有提供任何帮助”。
a12458632	护士被催快下班, 医院说: 太贵用不起!	下班时间到了, 小护士的工作还没做完, 结果被病房的manager催促: “快下班回家, 你太贵了!”这是真实的事情, 但发生在美国微博用户“美国重症监护_天堂小鱼”是一名在美国加州工作的重症监护护士, 今天在微博上回答美国医院管理和中国有什么不同的问题中, 结合自己的工作体会, 讲了自己亲身经历的这个事情。护士被催快下班, 医院说: 太贵用不起! “美国医院管理比较清楚, 该怎样就怎样, 护士超时40小时每周, 超时的应付1.5倍工资, 超过12小时的班, 需要12小时以外付2倍到2.5倍工资。节假日需要付1.5-2.5倍工资。”她在微博中写道。护士被催快下班, 医院说: 太贵用不起! 不仅

图 1 新闻内容信息数据样例

通过上图所示数据, 利用大数据、Python 以及 Ftp 等技术, 得出图 2 所示结果。其中, 每种颜色对应不同的匹配推荐。例如深蓝色代表“荷兰法院为何不受理章公祖师肉身坐佛像案? 专家详解”。参考推荐是“女孩花 752 元买香奈儿香水, 味道像花露水, 经理: 瞧不起花露水?”等生活类新闻, 极大地节约了用户的浏览时间, 提高了用户使用该网站的舒适度。



新闻推荐信息

用户ID	匹配推荐	参考推荐	备用推荐
a1292659203	荷兰法院为何不受理章公祖师肉身坐佛像案？专家详解	女孩花752元买香奈儿香水，味道像花露水，经理：瞧不起花露水？	早班地铁遇到警犬，狗子居然装可爱卖萌，乘客：受不了了
a1329980598	早班地铁遇到警犬，狗子居然装可爱卖萌，乘客：受不了了	重庆丰都一局长被双开	两加拿大人被拘与孟晚舟事件有关？外交部回应
a1396561527	女孩花752元买香奈儿香水，味道像花露水，经理：瞧不起花露水？	荷兰法院为何不受理章公祖师肉身坐佛像案？专家详解	慈禧太后一生中谋害了数不清的人，但是这个人却让她杀得措手不及
a1511044883	一欧元！德国亲王决定卖掉城堡，维护费用快让他倾家荡产了.....	国产“格列卫”再降价	早班地铁遇到警犬，狗子居然装可爱卖萌，乘客：受不了了
a1518544068	直降25万一辆宝马3系没了，买E级5系A6L的等等，来看看这款D级车	暖闻   违停车留条“孩子发烧”，交警留空白罚单“警告一次”	拘捕华为CFO：美国抛给世界的一场“闹剧”
a1586224557	非洲国家马里和尼日尔边境发生屠杀事件47人遇难	女孩花752元买香奈儿香水，味道像花露水，经理：瞧不起花露水？	早班地铁遇到警犬，狗子居然装可爱卖萌，乘客：受不了了
a1582913463	拴在半挂车上一路狂奔，可怜小狗被吓的发抖，竟有网友表示支持	早班地铁遇到警犬，狗子居然装可爱卖萌，乘客：受不了了	荷兰法院为何不受理章公祖师肉身坐佛像案？专家详解
a1583125820	女孩花752元买香奈儿香水，味道像花露水，经理：瞧不起花露水？	拘捕华为CFO：美国抛给世界的一场“闹剧”	国产“格列卫”再降价
a1605585488	早班地铁遇到警犬，狗子居然装可爱卖萌，乘客：受不了了	直降25万一辆宝马3系没了，买E级5系A6L的等等，来看看这款D级车	特朗普愿将孟晚舟事件当做与北京谈判的筹码，外交部回应！

匹配推荐

- 荷兰法院为何不受理章公祖师肉身坐佛像案？专家详解
- 早班地铁遇到警犬，狗子居然装可爱卖萌，乘客：受不了了
- 女孩花752元买香奈儿香水，味道像花露水，经理：瞧不起花露水？
- 一欧元！德国亲王决定卖掉城堡，维护费用快让他倾家荡产了.....
- 直降25万一辆宝马3系没了，买E级5系A6L的等等，来看看这款D级车
- 拘捕华为CFO：美国抛给世界的一场“闹剧”
- 中国已重启进口美国大豆？商务部：尚无消息通报
- 重庆丰都一局长被双开
- 暖闻 | 违停车留条“孩子发烧”，交警留空白罚单“警告一次”
- 国产“格列卫”再降价

图 2 新闻推荐信息结果

五、结论

该系统利用 Hadoop,Python,Ftp 和 Oracle 数据可视化技术，对新闻内容信息以及用户浏览记录信息数据进行了分析。针对不同维度上的需求，都可以得到令人满意的结果了。个性化的新闻推荐服务应用到网站的设计中，提高了用户的使用舒适度，使网站的用户量大大增加。

UDK 080601

基于 PLC 的真空烘干炉控制系统设计

金亚玲<sup>1</sup> 刘磊<sup>2</sup>

- (1、 沈阳工学院 辽宁抚顺 113122 37954119@qq.com
- 2、 国网辽宁省电力有限公司抚顺供电公司 辽宁抚顺 113008)

**Summary.** *In view of the complicated control requirements of vacuum drying furnace control system, CPM2A SERIES PLC of OMRON Company was used instead of the traditional relay to realize the automatic control design of vacuum drying furnace control system. According to the actual requirements of the engineering design of the vacuum drying furnace control system, the detailed system design process, I/O configuration scheme and the corresponding ladder diagram control program are made. The control system can automatically control the vacuum system, the drying room temperature, and the alarm system. Finally, the system is simulated by using kingview configuration software.*

**Keywords.** *Programmable Logic Controller; Vacuum Drying Furnace; Configuration Software*

船只在航海过程中用大、中型电器设备真空烘干，为此设计了一台真空烘干炉。内置数百千瓦的电加热器，与之配套的真空泵，冷却水泵，温度传感器，压力传感器，及若干电磁阀。若使用使用继电器控制电路控制造成元件多、线路复杂、成本高、可靠性低等问题。使用一台 PLC 可编程控制器就可完成控制，降低成本、可靠性高。

## 1、PLC 系统工作的具体步骤

首先为被烘干电器设备设置定时时间，冷却水泵启动。当冷却水泵启动后，冷却水压力高于 0.01MPa 时，点动真空泵，每次运行 2s 停止 3s，点动两次，这是为了润滑真空泵的需要。之后真空泵连续运行。真空泵连续运行 5s 后，打开真空阀，烘干室开始抽真空。烘干室真空度低于-0.055MPa 时自动启动加热器。当烘干室温度高于 120°C 或者真空泵入口介质温度高于 45°C 时自动切除加热器，当烘干室温度低于 90°C 时自动投入加热器。当烘干室真空度低于-0.093MPa 时停止真空泵，关断真空阀，打开通气阀，5s 后停止水泵，10s 后关断通气阀，做好再次启动真空泵的准备。当定时时间为零时，停止真空泵、冷却水泵，关断真空阀，切除加热器，延迟 30min 后打开通气阀，破坏烘干室真空。根据本系统工作要求，所用的输入与输出量的具体地址分配如表 1 所示。

表 1 输入输出端口明细表

输入端口	地址设置	输出端口	地址设置
开始	00000	启动电源	01000
选择定时时间	00001	冷却水泵	01002
冷却水压力高于 0.01Mpa	00002	真空泵	01003
真空度低于-0.055Mpa	00003	真空阀	01004
烘干室温度高于 120°C	00004	加热器	01005
真空泵入口介质温度高于 45°C	00005	通气阀	01006
烘干室温度高于 125°C	00006	报警指示灯	01007
烘干室温度低于 90°C	00007		
真空度低于-0.098MPa	00008		
水压低于 0.003Mpa	00009		
解除报警	00010		
紧急停止	00011		

## 2、实时监控系统的选择

本设计的实时监控系统的设计软件采用的是组态王组态软件，它以 Windows 98/NT 中文平台作为其操作系统，它是在 PC 机上开发的智能型系统，全中文界面，并充分利用了 Windows 的各种便利功能。

组态王组态软件可视化 IE 风格界面、丰富的工具栏，使得操作人员可以直接进入开发状态，节省宝贵的时间；上百种图形控件，既提供所需的组件，又是画面制作向导；强大的全屏幕编辑功能，提供更大的制作空间；渐进颜色的使用，将用户带入三维动画世界；终身技术支持及软件升级服务，使用户系统永远保持最新的技术，有效地保护用户的投资。

根据 PLC 的设及要求，采用组态软件将真空烘干炉控制系统的整体画面模拟出来，具体的组态图面如图 1 所示。

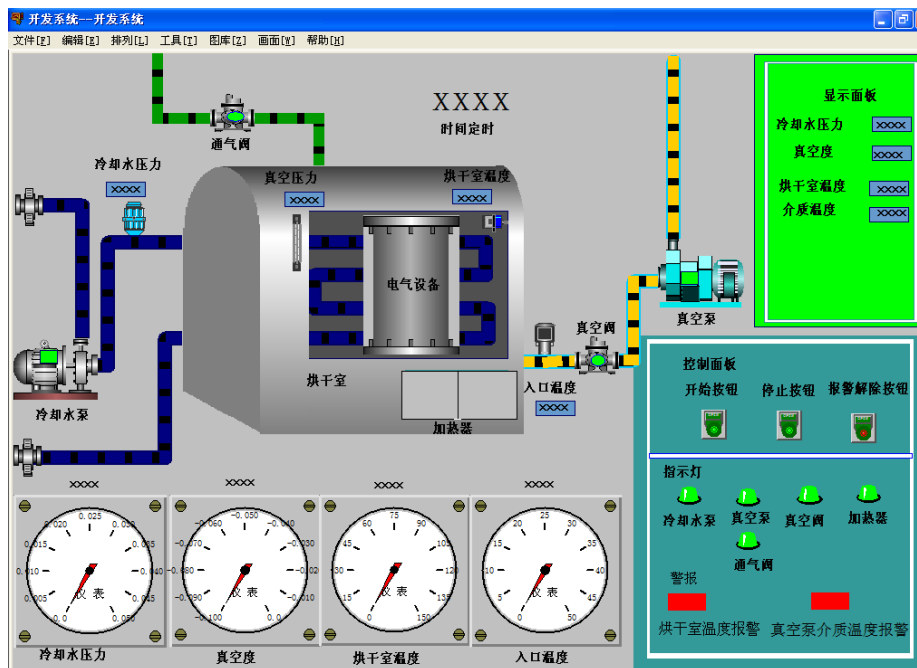


图 1 组态效果图

### 3、结论

本文详细介绍了真空烘干炉控制系统的组成和设计思想，以及发展前景，并且对真空烘干炉的控制进行了详细的叙述以及系统的设计，完成了对系统的控制要求。同时文中分析了真空烘干炉的基本功能、运行环境以及工作过程。文中介绍并应用了相关的硬件和软件知识，在进行PLC梯形图编写时，采用欧姆龙PLC专用的编程软件CX-Programmer。本设计的重点放在PLC的编程指令在控制真空烘干炉控制系统复杂运作中的实际运用。本设计以PLC控制为基础，通过对真空烘干炉的功能进行分析，制定出具体的设计方案和设计步骤，通过对上位机的界面编制和下位机的程序编制来达到真空烘干炉的功能完善。

### 参考文献：

- [1] 齐从谦、王士兰. PLC技术及应用[M]. 第三版. 北京：机械工业出版社，2009
- [2] 亚控公司. 组态王组态软件用户使用手册[M]. 北京：亚控公司，2006
- [3] 任世光. 电机远红外真空烘干装置[J]. 柳州：铁道运营技术，2015（5）

## 金属快速成形 3D 打印技术与应用

穆德敏<sup>1,2</sup>, 陈宝欣<sup>1,2</sup>, 陈艺文<sup>2</sup>, 张舒翔<sup>2</sup>

沈阳工学院

e-mail: mudemin@situ.edu.cn

**Summary.** *With the gradual application of advanced manufacturing technology, the development of forced, removed and stacked forming technology is very rapid. As a relatively new rapid addition forming technology, 3D printing technology has achieved very good results in many fields, greatly improving the efficiency of parts, and playing an important role in promoting the development of social economy. This paper focuses on the analysis of metal 3D printing technology and equipment, and shares the case of 3D printing in real life.*

## 0 引言

增材制造技术 (AM), 是集 CAD 技术、数控技术、材料科学、机械工程、电子技术和激光技术等于一体的综合技术, 并采用材料逐层累加原理, 实现从零件设计到三维实体快速制造的一体化系统技术, 是自 20 世纪 80 年代逐渐发展起来的一种新型制造工艺技术, 早期被称为快速原型制造、实体自由制造<sup>[1,2]</sup>。其最大特点是: 可减少或省略毛坯准备零件加工和装配等中间工序, 无需昂贵的刀具、夹具和模具等辅助工具, 在一台设备上可快速而精确的制造出任意复杂形状的零件。可实现的复杂结构零件成形, 大大减少加工工序, 缩短加工周期。常用的金属打印材料有铁基、镍基、铜基合金以及钛合金、钴铬合金、不锈钢、高温合金等材质, 因此, 研究金属 3D 打印技术及设备, 并在实际工程中加以应用, 具有一定现实意义。

## 1 金属快速原型制造工艺方法

自 20 世纪 80 年代由美国 3D Systems 公司发明的第一台商用光固化增材制造成形机以来, 出现了二十多种增材制造工艺方法。比如光敏液相固化法、叠层实体制造法、选区激光烧结法、熔丝沉积成形法等。其中选区激光烧结法 (Selective Laser Sintering, SLS), 是应用高能量的激光束将粉末材料逐层烧结成形的一种工艺方法。

具体方法是在一个充满惰性气体的密闭室内, 先将很薄的一层粉末沉积到成形桶底板上, 调整好激光束强度正好能烧结一个切片高度的粉末材料, 然后按切片截面数据控制激光束的运动轨迹对粉末材料进行扫描烧结。激光束按照给定的路径扫描移动后就能将所经过区域的粉末进行烧结, 从而生成零件实体的一个个切片层, 每一层都是在前一层顶部进行, 所烧结的当前层就能够与前一层牢固地黏接, 通过层层叠加, 去除未烧结粉末, 即可得到最终的三维零件实体<sup>[3]</sup>。SLS 工艺特点是成形材料广泛, 不需要支撑材料, 由粉床充当自然支撑, 可成形悬臂、内空等其他工艺难成形的结构。

## 2 金属 3D 打印设备

金属 3D 打印设备主要有三部分组成: 计算机控制系统、主机、激光器冷却器, 如图 1 所示。

(1) 计算机控制系统: 由高可靠性计算机、性能可靠的各种控制模块、电机驱动单元、各种传感器组成, 配以 YIBORP SLM 软件系统。该系统用于三维图形数据处理, 加工过程的实时控制及模拟;

(2) 主机: 由五个基本单元组成, 包括工作缸、铺粉装置、落粉装置、电路系统、机身与机壳, 它主要完成系统的加工传动功能;

(3) 激光器冷却器: 由可调恒温水冷却器及外管路组成, 用于冷却激光器, 提高激光能量稳定性, 保护激光器, 延长激光器寿命。

### 3 工艺过程分析

(1) 建立三维实体模型 可以应用各种三维 CAD 系统, 包括 MDT、Solidworks、UG、Pro/E、Ideas 等, 将设计对象构建为三维实体数据模型; 或通过三坐标测量仪激光扫描仪、三维实体影像等手段对三维实体进行反求, 获取实体的三维数据, 以此建立实体 CAD 模型。

(2) 生成数据转换文件 将所建立的 CAD 三维实体数据模型转换为能够被增材制造系统所接受的数据格式文件, 如 STL、IGES 等。由于 STL 文件易于进行分层切片处理, 目前几乎所有增材制造系统均采用 STL 三角化文件格式。

(3) 分层切片 将 CAD 三维实体模型沿给定的方向切成一个个二维薄片层, 薄片厚度可根据增材制造系统的制造精度在 0.01~0.5mm 之间选取, 薄片厚度越小, 精度越高。分层切片过程也是增材制造由三维实体向二维薄片的离散化过程。

(4) 逐层堆积成形 增材制造系统根据切片的轮廓和厚度要求, 用粉材、丝材、片材等完成每一切片成形, 通过一片片堆积, 最终完成三维实体的成形制造。

(5) 成形实体的后处理 实体成形后, 需去除一些不必要的支撑结构或粉末材料, 根据要求尚需进行固化、修补、打磨、表面强化以及涂覆等后处理工序。

### 4 案例分享

沈阳工学院把“建设最好的应用技术大学”作为发展目标, 致力于培养“懂专业、技能强、能合作、善做事”的具有一定创新精神的高素质应用型人才。学生充分地利用第二课堂的优势, 自主学习 3D 打印技术, 效果显著, 操作过程如下:

首先, 使用 UG 软件, 根据校徽的实际尺寸, 生成三维校徽模型, 如图 2 所示, 将生成的三维模型导出为 OBJ 格式文件;

其次, 使用 Netfabb Basic 软件检测并修复模型中的网格错误, 再将其转化成 3D 打印软件最常用的 STL 格式;

第三, 使用 Cura 软件, 将三维模型大小调整为适合打印的尺寸, 由于校标有弧形的底部和内凹的空缺部分, 此处需要放置一个支架来保证模型在打印过程中不会坍塌;

第四, 将文件发送到打印机, 利用不锈钢材料将文件打印出来, 中间过程如图 3 所示, 成品图如图 4 所示。

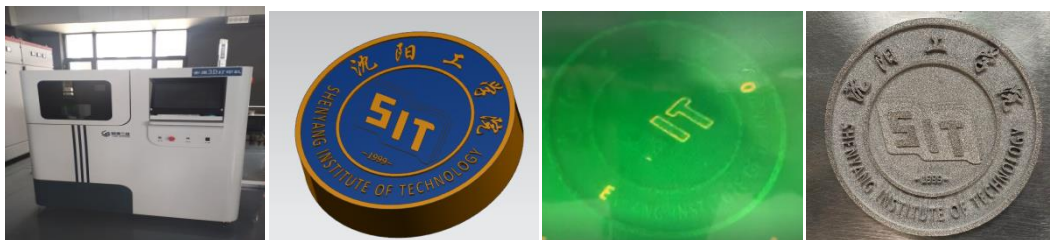


图 1 设备外观图 图 2 校徽数模 图 3 中间过程图 图 4 成品图

### 5 结论

(1) 3D 打印技术通过叠加和粘合材料层, 可以从无到有地构建出一个完整的功能部件;

(2) 3D 打印出来的产品完全按照图纸原形打印而出, 而且误差在 $\pm 0.1-0.3\text{mm}$ ; 所以, 在一切使用个性定制的部件上, 成本优势凸显, 是传先进制造技术的发展方向;

(3) 3D 打印生产保密性好, 而且依靠 3D 打印技术, 设计师直接可以进行样品打样, 确保原文件不泄露, 更好维护知识产权<sup>[4]</sup>。

(4) 3D 打印稳定, 可以大量研发生产, 可以大幅度提升人员的工作效率和产品开发数量, 让 3D 打印效率更加快捷。

## 参考文献

- [1] 增材制造技术的研究现状及其发展趋势 [J]. 郭志飞,张虎. 机床与液压. 2015(05).
- [2] 增材制造(3D 打印)技术发展[J]. 卢秉恒,李涤尘. 机械制造与自动化. 2017(04).
- [3] 3D 打印技术研究现状和关键技术[J]. 张学军,唐思熠,肇恒跃,郭绍庆,李能,孙兵兵,陈冰清. 材料工程. 2016(02).
- [4] 基于 BIM 的 3D 打印技术在建筑行业的应用研究[J]. 季安康,王海飙. 科技管理研究. 2016(24).

## A SINGLE SOURCE REACHABLE QUERY METHOD FOR GENE REGULATORY NETWORKS

Zhaoyuan Zhang, Ziheng Ding, Hanwen Wang, Keyi Liu, Weiyiqi Wang  
School of Computer Science and Engineering, Northeastern University, China

**Summary.** *With the deepening of research on gene regulatory network, the construction technology of gene regulatory network has been relatively mature. However, according to the characteristics of gene regulatory network, it is still a problem to realize efficient reachable probability query and reachable path query among gene pairs on the constructed gene regulatory network. Therefore, this paper proposes an efficient and accurate single-source reachable query algorithm GRN-RQ based on gene regulatory network, in which the meaning of single-source is: the reachable query between gene pairs with both starting and ending nodes being single nodes can be realized. Algorithm GRN-RQ mainly includes three parts, respectively, an active graph pruning algorithm AP, which is applicable to different node situations, is used to reduce the size of probability graphs, a concurrent reachable query algorithm PSRA for partial instance graph generation and staged graph search, which is used to improve operational efficiency, the dual nodes optimal reachable path query algorithm DOP based on the dual path evaluation rule DPFR. Through experimental verification, the algorithm GRN-RQ proposed in this paper can not only quickly obtain the reachable probability between gene pairs and the optimal reachable path between them on the gene regulatory network, but also improve the accuracy of the reachable query result compared with the traditional method.*

**Keywords.** *gene regulatory network, single source reachable query, graph pruning, concurrent reachable query, optimal reachable path.*

### Paper Background

As the gene regulatory network construction technology becomes more and more mature in recent years, a fast and accurate reachable query algorithm is urgently needed to be applied to the established gene regulatory network, so as to provide a reliable basis for biomedical research based on the relationship between genes. The existing relevant reachable query algorithms have some drawbacks and limitations when applied to gene regulatory networks, some of which cost too much time, some have unstable results, and others are not applicable to gene regulatory networks. Based on this, the project team proposes a reachable query algorithm suitable for gene regulatory network in detail.

### Paper Innovation Scheme

The innovation scheme includes the innovation ideas of the algorithm and the specific algorithm introduction.

There are three main innovation ideas of the project algorithm. The first is to design efficient and diverse graph pruning algorithms based on gene regulatory network. The second is to use the concurrent reachable query algorithm to save time. The third is to design dual path evaluation rules to get the optimal path and suboptimal path. The specific algorithm design is as follows.

In terms of graph pruning algorithm, considering the large-scale and diverse characteristics of the gene regulatory network, a graph pruning algorithm with three processes is proposed. The algorithm can reduce the scale of the graph to a minimum without changing the reachable probability of a given two nodes, which is convenient for the subsequent calculation of the reachable probability.

In terms of reachable query algorithm, the traditional reachable query based on Monte Carlo method consumes a lot of time in generating possible world graphs, so the query efficiency is not high. In view of the shortcomings of this method, the project team proposed an innovative query algorithm for generation of possible world graphs and concurrent reachable queries, which greatly shortened the time required for reachable queries and improved query efficiency.

In terms of the reachable path query algorithm, based on the designed dual path evaluation rules, the project team used greedy algorithm to get the optimal path between two nodes on the probability graph on the one hand, and added the path probability correlation calculation to the concurrent reachable query algorithm to get the suboptimal path.

#### **Academic Value**

The pruning algorithm based on gene regulatory network is highly profitable in directed acyclic probability graph, and provides a method to reduce the scale of graph without changing the probability between nodes. Besides a concurrent reachable probability query algorithm is proposed for the first time, which greatly reduces the time and space complexity. In addition, it is the first time that path evaluation rules and path query algorithms are designed for the gene regulatory network represented by probability graph in the paper, which provides a new way to explore the relationship between gene nodes. At last, the algorithm proposed in this paper has a certain universality and can be applied to related fields involving reachable query on probability graph.

The relevant experimental results of the algorithm can also verify project team's hypothesis. In terms of the consuming time, the basic algorithm consumes 1457.625ms in average, while the PSRA-AP proposed in the paper only used 33.0125ms at average. From the comparison of the running time of the algorithm proposed in the paper and the basic random algorithm on the breast cancer gene regulatory network, it can be seen that the running time of the algorithm proposed in the paper is greatly shortened. In terms of the accuracy, the variance of the basic algorithm is  $7.299 \times 10^{-6}$ , on the contrary, that of the proposed algorithm is  $7.26 \times 10^{-6}$ , which is obtained from the 20 sets of data tested on the breast cancer gene regulatory network. It can be seen from the calculation of variance that the test data variance of the algorithm proposed in the paper is smaller, so the experimental results are more accurate.

# DESIGN AND IMPLEMENTATION OF GAS ULTRASONIC FLOWMETER SYSTEM BASED ON MAX35104

Qi Song, Wenhao Tong, Jiankai Tang

*School of Computer Science and Engineering, Northeastern University, China*

*e-mail: songqi1002@163.com*

**Summary.** *In the production, supply, storage and marketing of natural gas industry, gas measurement is a key link. Aiming at solving the problems in the current ultrasonic gas flowmeter, such as high-power consumption, low measurement accuracy and difficult data transmission, an ultrasonic gas flowmeter based on MAX35104 is designed and implemented. The system takes STM32F103 microcontroller as the control core, adopts the time difference method and uses high-precision timing chip, MAX35104, FUS-200A ultrasonic transducers and PT1000 temperature sensor to acquire instantaneous flowrate and temperature. It also connects LCD through FSMC ports as display module to realize local visualization interface generation, and realizes the function of remote monitoring on cloud server through the EC20, a 4G module, based on LTE communication protocol. In addition, the system has the function of real-time early warning, which is realized by preset threshold as well as the function of errors online diagnosis by analyzing the special state of hardware, which can diagnose the probe connection error, whether the chip working abnormally and the cloud server transmits correctly. With the continuous improvement of the measurement accuracy of the system, it is bound to play a positive role in the development of the natural gas industry.*

**Keywords.** *gas ultrasonic flowmeter, STM32F103, MAX35104, remote monitoring, errors online diagnosis*

## Outline

**Research background:** Natural gas is one of the main energy sources in the world, with the advantages of clean, high heat generation and low price, and in the production, supply, storage and marketing of natural gas industry, gas measurement is a key link. However, the present problems such as high-power consumption, low measurement accuracy and difficult data transmission seriously restrict the development of gas flowmeter. Nowadays, the ultrasonic gas flowmeter based on the time difference method has been widely used in natural gas measurement with the advantages of high precision, large measuring range, etc.

**Design principle:** The time difference method [1] is the main design principle of the gas flowmeter system. The single channel ultrasonic gas flowmeter is shown in the figure 1.

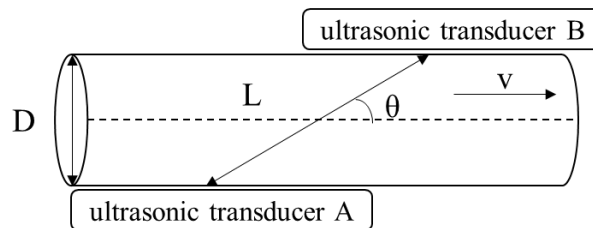


Fig1. single channel ultrasonic gas flowmeter pipeline

Among this,  $L$  is the measuring channel length, the distance between two ultrasonic transducers,  $D$  is the pipe diameter width,  $\theta$  is the angle between channel and pipeline and  $v$  is gas velocity. It is easy to get the time of forward flow and backward flow, and the flowrate can be obtained by the simultaneous equation, which is independent of the current sound velocity, as shown in the formula (1).

$$v = \frac{L}{2 \cos \theta} \left( \frac{1}{t_{AB}} - \frac{1}{t_{BA}} \right) \quad (1)$$



In general, it is necessary to modify the velocity according to the empirical formula. The instantaneous flow can be obtained by multiplying the corrected velocity with the pipe cross-sectional area. In case of multichannel, the flow of different channels needs to be weighted before the flowrate is corrected.

**System Implementation:** The hardware connection architecture diagram of the system is shown in the figure 2. STM32F103 and MAX35104 transmit instructions and data through SPI communication to obtain temperature and gas flowrate. 4G module connected with STM32F103 microcontroller through UART communication is used to realize the function of data transmission through clouds server based on LTE communication protocol. Integrating each module into a printed circuit board (PCB), and it will reduce the number of electronic components greatly, and improve the performance and convenience of the product.

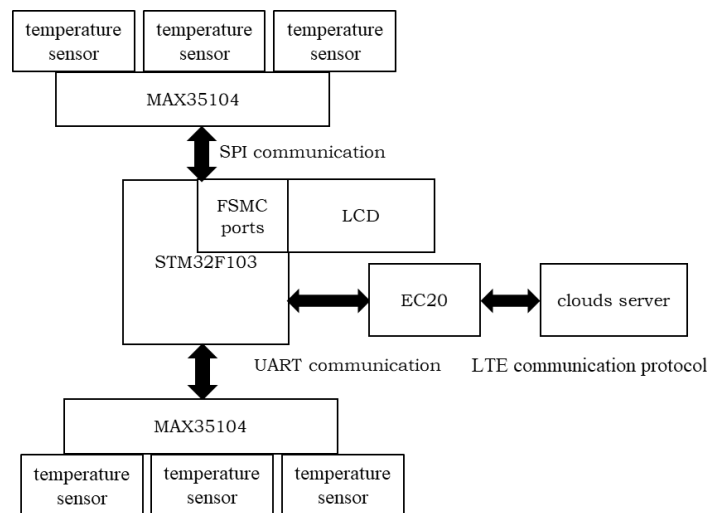


Fig2. system architecture diagram

The system mainly realizes five functions: data acquisition, real-time early warning, error online diagnosis, local and cloud server display. There are fixed gain amplifier, variable gain amplifier and band-pass filter in the MAX35104 [2]. The flight time can be obtained from the echo generated by ultrasonic transducers. The time difference, forward flow and backward flow can be easily calculated by the flight time. In the temperature measurement, the ratio of resistance can be calculated by the obtained flight time, and get the real-time temperature. The real-time flowrate can be obtained under atmospheric pressure. The system will alarm when the flowrate is too fast or too slow and the temperature is too high or too low by setting the threshold value. It can also diagnose the error online [3], such as the connection of 4G module, chip, ultrasonic transducers and temperature sensor, by analyzing the characteristic value generated by different states of hardware circuit. The local visual interface displayed by LCD and cloud interface displayed by clouds server through EC20 module based on LTE protocol can be realized as well.

**Analysis and Prospect:** A series of measurement values can be obtained by using different blowing equipment, and then the existing gas ultrasonic flowmeter and flowmeter calibration device can be used to calibrate the system to achieve high-precision measurement.

### Reference

[1] Shigang She, Sheng Chen, Haifeng Li, Heng Li and Hongqing Huo. Design and Study of Ultrasonic Gas Flow Measurement System Based on MAX35104 [J]. Computer Measurement & Control, 2018, 26(10): 24-29.

[2] Jianwei Li. Research on metering technology of ultrasonic gas meter based on MAX35104 [J]. Electronic Engineering & Product World,2019,26(01):59-61.

[3] Energy; Studies from Department of Electrical Engineering Add New Findings in the Area of Energy (On-line Diagnosis and Fault State Classification Method of Photovoltaic Plant)[J]. Energy & Ecology,2020.

УДК 681.2:531.7

## DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE TURBIDITY REMOTE MONITORING SYSTEM BASED ON STM32F407 MICROCONTROLLER

*Qi Song, Taoren Li, Qingwang Zhang*

*School of Computer Science and Engineering, Northeastern University, China*

*e-mail: songqi1002@163.com*

**Summary.** *Facing the developing trend of remote monitoring and real-time early warning of the monitoring system, based on FX -11A optical fiber sensor and the STM32F407 microcontroller, a turbidity remote monitoring system design is completed to monitor turbidity with high precision. According to Lambert-Beer Law and theoretical derivation, the relationship between the reference voltage and the measured voltage under the measuring facility was obtained. Based on this, two sets of experiments were designed by using a mixture of water and soil and 0-4000NTU Formazin solution to achieve the purpose of high-precision measurement of turbidity. Processing the experimental data with MATLAB software, the results shows that the system can monitor the turbidity, the correlation coefficient is as high as 0.9955, and the turbidity range of 400-1500 NTU can be monitored with an error of 3.5%. Take the STM32F407 microcontroller as the core controller in the system, and it is connected to Internet to realize the function of web server with Light Weight IP (LWIP) communication protocol. The value of turbidity can be transmitted to web server in real time with Server Side Include (SSI) instruction, and any device connected to Wi-Fi can realize the remote monitoring function through the router. The system function can realize the remote monitoring and real-time warning function of turbidity, which is in line with the developing trend of the monitoring system.*

**Keywords:** *remote monitoring, STM32F407, turbidity, high-precision, optical fiber sensor*

### Outline

**Research Background:** During the sedimentation process of alumina smelting, when the various liquid layers of the sedimentation tank are unbalanced, there will be phenomena such as overflow and turbidity, which will affect the alumina production. Therefore, it is necessary to monitor the height of each liquid layer, which is monitoring the turbidity. The current measurement schemes are mostly for experienced workers to observe from small holes, or to perform real-time monitoring through probes and monitoring stations. This puts forward requirements on the workers' experience and restricts it in space. The development of a remote monitoring system will play a role in liberating labor. Due to the excellent physical properties of the optical fiber sensor, it can adapt to the high temperature and alkaline smelting environment.

**Research Objectives:** Based on the research background, the team put forward research objectives, which are to achieve high-precision measurement of turbidity and the design and implementation of a remote monitoring system.

**Turbidity Measurement [1]:** Take FX-11A fiber optic sensor, which has a Beam-emitting end, a Beam-receiving end and an analog voltage output end, as the turbidity monitoring sensor. The light emitting end will send infrared light, which can be absorbed and transmitted by the determinand. The transmitted light will be received by the receiving end and output in the form of

1-5 V analog voltage. Since the ADC of STM32F407 Microcontroller can only detect the voltage of the upper limit of 3.3V, a resistor divider module is added to complete the realization of the turbidity measurement facility. According to Lambert-Beer Law of the transmission method, the transmitted light intensity has a negative exponential relationship with the incident light intensity. When the distance between the two end is fixed, the light intensity is only related with turbidity. According to this experimental facility, the facility can convert the incident light intensity and transmitted light intensity into voltage . In order to facilitate the fitting analysis, the change is the exponential relationship between the ratio of the reference voltage to the measured voltage and the turbidity.

Firstly, a feasibility experiment was carried out using the mixture of water and soil after standing as the test object. The experimental device can clearly distinguish the water layer and the mud layer, indicating that the device can measure turbidity. Based on this, the reference voltage value is the intensity of the incident light through 0 NTU. The 0-4000 NTU gradient concentration of Formazin solution was used as the test substance, and the measurement results are recorded. After fitting analysis, the experimental results conform to Lambert-Beer Law, and the facility can accurately measure the interval of 400-1500 NTU, the correlation coefficient is as high as 0.9955, and the error is within 3.5%.

**System Implementation [2]:** The design and implementation of the remote monitoring system is the core point. The system can realize three functions of data collection, remote monitoring and real-time early warning, and the architecture diagram of the system is shown in figure 1.

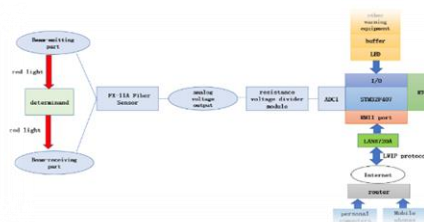


Fig.1 system architecture diagram

Based on the LWIP protocol through the RMI interface, LAN8270A, an external physical layer chip acts as the physical layer; the MAC of STM32F407 acts as the data link layer, while the LWIP protocol serves as the network layer and transport layer. The application layer uses the above-mentioned turbidity measurement device, it also uses the RTC to obtain the real-time time. The early warning function is realized through the buzzer and LED and the preset threshold value. Any devices that connect to the router can access the system. In addition, a display module can be added to display locally. Because STM32F407 has abundant resources, it can also be used to monitor multiple indicators. The final web page monitoring interface is shown in figure 2.

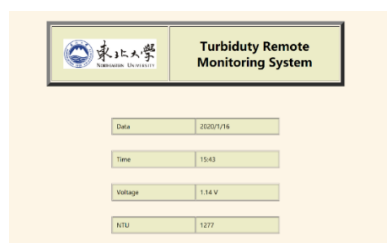


Fig.2 observing results of 1250 NTU from web page

**Summary and Prospect:** The monitoring system designed by the project conforms to the developing trend of real-time early warning, remote monitoring and multi-point distributed monitoring of the monitoring system, and has compatibility, which can be extended to other fields.

The transmission method based on Lambert-Beer Law can monitor high turbidity with high precision, and the whole range of turbidity can be monitored by combining with scattering method.

### *Reference*

[1] Q. Song, F. Luan, Z. Shi, T. Li and M. Wang, "Design of Turbidity Remote Monitoring System Based on FX-11A Optical Fiber Sensor," 2020 Prognostics and Health Management Conference (PHM-Besancon), Besancon, France, 2020, pp. 291-294.

[2] T. Li, F. Luan, M. Wang, Q. Song and Z. Shi, "Design of Remote Monitoring System Based on STM32F407 Microcontroller," 2019 IEEE International Conference on Power, Intelligent Computing and Systems (ICPICS), Shenyang, China, 2019, pp. 304-307.

## **MATTHEW EFFECT IN B2C AND ITS COUNTERMEASURES - EXPLORATION OF NEW C2B MODE**

*Jian Zhang*

*Northeast University, China*

*e-mail: 1135874100@qq.com*

**Summary.** *This paper studies the Matthew effect in the field of B2C, through the search theory of consumers and the scale effect of businesses, the disadvantages of the current B2C model are obtained. Combined with the exploration of C2B under the background of industry 4.0 and some new transaction modes in the game, we propose a reverse transaction mode in the field of B2C to improve the disadvantages of the current B2C mode, and as a transition to the future C2B mode, and demonstrate its feasibility through the search cost theory and Pareto improvement.*

**Keywords.** *B2C;C2B; Matthew effect; Search theory; Customization effort; Pareto improvement*

Any individual, group or region that has achieved success and progress in a certain area will have an accumulated advantage and will have more opportunities to achieve greater success and progress. This is the Matthew effect. The phenomenon that the stronger the stronger and the weaker the weaker, is more obvious in the e-commerce industry. The higher the transaction volume, the more resources accumulated, the easier it is to develop; the lower the transaction volume or the new business is difficult to obtain the advantage resources quickly, the competitiveness is becoming weaker and weaker, and finally faces the doom of being eliminated.

From the perspective of consumers, according to the search theory, people's search for information has costs. With the increase of search times, the marginal revenue from search always decreases. When the expected marginal revenue equals the marginal cost, the search activity will stop. Consumers want to buy high-quality and low-cost products. When consumers search for goods on the B2C platform, the order of the product interface is just listed from top to bottom and from front to back based on the factors such as price, quality and sales volume. Naturally, consumers search and filter from top to bottom and from front to back. Because of time cost and other factors, consumers tend to browse the first few stores We will place an order to buy the goods, instead of spending more time browsing the next products at the sequence back. We can also find that the top sellers or manufacturers of commodities are generally the official flagship stores or authorized stores of famous enterprises. They have the advantages of good quality and low price by virtue of the scale effect. However, the unknown merchants who later joined the B2C platform are not only difficult to beat other well-known businesses who have entered the B2C platform first in terms of product quality and price, but also It is very difficult to attract consumers to pay attention to and

browse their products. As a result, the "Matthew effect" in the field of B2C is becoming more and more serious. The more powerful and well-known businesses are, the faster they develop, and the later they join, the weaker and smaller businesses, the less chance they have to survive.

If this goes on for a long time, more and more small and medium-sized enterprises may be on the decline. Is there any way? Ma Yun, the former CEO of Alibaba, believes that for smaller e-commerce companies, it is necessary to achieve differentiated competition, small and beautiful as far as possible, so as to survive. However, there are new problems. Is there enough space for small and medium-sized e-commerce to achieve differentiated competition? Differentiated competition is nothing more than market segmentation, product and business model. In the market segment, the "combination" of product, service, price, promotion and distribution system has become more and more clear, and it is difficult to make a breakthrough. In terms of products, the product quality and price advantage is difficult to surpass the brand merchants, and under the search theory, it is difficult to attract consumers to pay attention to their own products, even if it is better than brand merchants in terms of quality and price. What about business model innovation? Can we innovate the business model of B2C, so as to give small and medium-sized businesses in a weak position some new survival and development opportunities? Therefore, our research focuses on the innovative design of B2C business model to improve or solve its existing shortcomings.

Not long ago, we noticed that there was a new reverse trading model in some online games. Consumers release the information of the goods they need through a trading platform and give the interval range, including time, price, size, color, psychological needs, etc. After seeing the information, according to the compliance degree of their existing products, the merchants send them selectively to the consumers. Finally, the consumers choose one of the commodities they are satisfied with to complete the transaction. We call this transaction mode reverse B2C. In this transaction mode, both consumers and businesses change from passive to active. Consumers can save more time and reduce search costs. Unknown and disadvantaged businesses also have the opportunity to show their elaborate products to consumers.

You might say, isn't this C2B? No, not exactly. C2B mode is that consumers show mature product design to merchants according to the current popular trend, so as to realize production according to orders, reduce inventory backlog, improve production efficiency, and meet the needs of consumers to the maximum. The key of C2B is that the consumers put forward the demand first, and then the production enterprises organize the production according to the demand. In the reverse B2C transaction mode mentioned above, we focus on selecting the products that have been produced according to the demand, rather than designing and re-producing new products. In B2C, more businesses are distributors than manufacturers, more goods are already produced than waiting for orders to be made. According to the existing conditions to improve the disadvantages of B2C mode, this is the starting point of reverse B2C trading mode. It can be used as the transition of C2B mode under the background of industry 4.0 in the future, instead of directly developing into a new C2B mode. Of course, we believe that there is still no realistic condition for the emergence of a universal, reliable and stable C2B platform, but this is not the focus of this article.

According to Pareto improvement, reverse C2B trading mode makes full use of limited human, material and financial resources, optimizes the allocation of resources, realizes the three conditions of optimal exchange, production and product mix, and makes at least one person better without making anyone or his situation worse. In the reverse B2C mode, businesses in a weak position have new opportunities, and consumers also have a choice of new ways to buy goods and reduce search costs.

In 2019, China issued the e-commerce law, which mentioned encouraging innovation in e-commerce mode, promoting business technology research and development, and promoting consumption upgrading, this provides institutional guarantee for the reverse B2C transaction mode. If the current B2C platforms such as Taobao and Jingdong can develop this reverse B2C trading mode, and try to design a brand-new commodity ranking mode under this trading mode according to customization efforts of merchants, and on this basis, it can be used together with the current

B2C mode, we believe that this will not only bring consumers a new consumption experience, give more small and medium-sized businesses survival and development opportunities, but also become a useful exploration of C2B mode under the background of industry 4.0 in the future.

### Reference

- [1] Di Xiao, Supply chain coordination strategy considering cost sharing contract in C2B E-commerce[J], Management Review 2019.9
- [2] Computer world, May 21, 2018, edition 006
- [3] Li zuosheng, Analysis of e-service level, consumer fit and consumer satisfaction under C2B mode[J]. Research on business economy, 2020.9

## LCA ANALYSIS OF PRIVATE CAR FUEL IN SHENYANG BASED ON GREET MODEL

Shi Haoyang, Jia Ziyuan, Liu Jiarui,  
Northeast University  
e-mail: 1176439707@qq.com

**Summary.** *The purpose of this project to life cycle assessment as the guiding ideology, the GREET model is used to analyze the traditional fuel vehicle (E10), natural gas (CNG) car, pure electric vehicle (EV) and hybrid electric vehicle (HEV) fuel the whole life cycle energy consumption and pollutant emissions, the following conclusion: the optimal, pure electric vehicle energy conservation and emissions reduction benefits based on traditional gasoline per hundred kilometers energy saving and emission reduction efficiency are 36.07% and 29.64% respectively; Shenyang can reduce energy consumption by  $3.07 \times 10^9$  MJ and greenhouse gas emissions by  $2.45 \times 10^5$  T per year by using the four selected fuels. Finally, on this basis, put forward several relevant Suggestions for the government and relevant departments to adopt.*

This project GREET2019 version is used in the research process, parameter setting process, first of all, choose the vehicle type selected for basic passenger vehicles (passenger car), the next life cycle stages of parameter setting, according to the thinking of life cycle assessment, this part includes each source of raw materials and fuel, fuel production mode, the mode of transportation, etc. After running the GREET software, a series of data about energy consumption and pollutant emission were obtained. Through the analysis of relevant data, the following conclusions can be drawn:

#### (1) Energy consumption

① The highest energy consumption of fuel vehicles, pure electric vehicles the least energy consumption, compared to fuel vehicles reduced by 32.6%; Petrol-electric hybrid cars consume 14.1% less energy than petrol-powered ones. The energy consumption of gas-fired vehicles is basically the same as that of oil-fired vehicles. The fossil energy of the four fuel types accounts for 93.4%, 99.3%, 92.4% and 92.6% respectively in total energy consumption. Oil consumption of petrol-fuel vehicles and hybrid electric vehicles accounts for the majority; The proportion of natural gas consumption of gas-fired vehicles is the largest. Pure electric cars consume the most coal.

#### (2) Pollutant discharge

① The highest CO<sub>2</sub> emissions of fuel vehicles, the lowest CO<sub>2</sub> emissions of pure electric vehicles, gas vehicles and hybrid electric vehicles in the middle; The greenhouse gas emission reduction effects of hybrid electric vehicles, gas-fired vehicles and pure electric vehicles are 3%, 20.5% and 25.5% respectively. ② The CO<sub>2</sub> emissions in PTW stage of fuel vehicles and hybrid electric vehicles account for a high proportion, which is about 4 times that in WTP stage. The CO<sub>2</sub>

emissions are mainly concentrated in the exhaust emission process of vehicle operation stage, while the CO<sub>2</sub> emissions of gas vehicles and pure electric vehicles are mainly concentrated in WTP stage. ③ SOX generated by pure electric vehicles in THE WTP stage is 6 times that of gas vehicles; ④ Acid rain pollutant emissions from fuel vehicles are mainly concentrated in the PTW stage, and the main source of emissions is vehicle exhaust; The emission of pure electric vehicles is mainly concentrated in the WTP stage, and it basically realizes zero emission in PTW stage, which has good environmental benefits for the city.

The whole life cycle analysis and evaluation of shenyang private car fuel based on the GREET model should be based on the energy-saving and emission reduction benefits of different kinds of fuels. The energy saving and emission reduction benefits of various fuels in this project are compared with the energy consumption and emission of traditional gasoline fuel throughout its life cycle. Energy efficiency is defined as the percentage change in the relative energy consumption of a target fuel relative to the benchmark; Emission reduction benefit is defined as the percentage change in the emission of a target fuel relative to the benchmark. When studying the benefit of emission reduction, considering that CO<sub>2</sub> emission is far higher than other selected indicators, the benefit of emission reduction here only considers CO<sub>2</sub> emission for convenience of calculation. The research conclusions obtained by calculating and analyzing the data are as follows:

(1) From the perspective of energy saving, pure electric vehicles have excellent energy saving benefits, hybrid electric vehicles and gas-fired vehicles have good energy saving benefits, and E10 oil-fueled vehicles have certain energy saving benefits. The main reason for the low energy efficiency of E10 is the high energy consumption in corn ethanol production. The reason for the highest energy efficiency of pure electric vehicles is related to the trend of gradual improvement of power generation structure although thermal power generation is still the main power generation in China.

(2) From the perspective of emission reduction, pure electric vehicles and gas vehicles have good emission reduction benefits, while hybrid electric vehicles and fuel vehicles have certain emission reduction benefits. The emission reduction benefit of pure electric vehicle is attributed to the basic zero emission in the vehicle operation stage. The lower emission reduction benefit of hybrid electric vehicles may be related to the setting of fuel consumption and power mileage ratio, while the lower emission reduction benefit of E10 fuel oil vehicles is related to the CO<sub>2</sub> emission in the growth process of corn ethanol and the consumption of fossil fuels in the production process.

(3) The four fuel types all show positive benefits in terms of energy conservation and emission reduction. E10 gas-fired vehicles and CNG gas-fired vehicles have significant benefits in terms of energy conservation and emission reduction, mainly because of their large vehicle base. This also confirms the correctness of China's policy of gradually banning traditional gasoline diesel vehicles and promoting gas-fired vehicles. On the other hand, although the vehicle base of pure electric vehicles and hybrid electric vehicles is relatively small, their energy-saving and emission reduction benefits are equally prominent. This data supports China's policy guidance of gradually changing vehicle structure and promoting new energy vehicles.

Finally, based on the above conclusions, the following Suggestions are proposed:

(1) The energy structure affects the types and emissions of pollutants. China should actively develop new energy generation, improve its energy structure and enhance the environmental protection advantages of electric vehicles.

(2) Traditional gasoline internal combustion engine vehicles should be banned comprehensively, and gas-fired vehicles and electric vehicles should be vigorously promoted.

(3) Gradually change vehicle structure and promote new energy vehicles. The government can introduce corresponding policies from both the demand side and the supply side to encourage the development of new energy vehicles.

## Reference

- [1] Wang Enci, Fan Song, WU Xue-bin, Pu Xian-juan, JIAO Zheng, Nie Yongyou. Analysis of pollution emission characteristics of new energy vehicle based on GREET model [J]. Journal of Shanghai university (natural science edition), 2017,23 (05) : 810-820.
- [2] Huo Hong,Zhang Qiang, Streets David G,He Kebin. Environmental implication of electric vehicles in China.[J]. Environmental science & technology,2010,44(13).
- [3] Fang Jingrui. Analysis, Research and Evaluation of energy and Environmental Benefits of New Energy Vehicles [D]. Jilin University, 2009

УДК 611.08

## MEDICAL BIG DATA IN BELARUS

*Kapitonov A.A.<sup>1</sup>, Bahretsova M.V.<sup>1</sup>, Tsynkevich U.V.<sup>1</sup>, Trushel N.A.<sup>2</sup>, Kachur S.L.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Belarusian State Medical University, Department of Pediatrics*

<sup>2</sup>*Belarusian State Medical University, Department of Normal Anatomy*

<sup>3</sup>*Belarusian State Medical University, Department of Radiology*

*e-mail: <sup>1</sup>Kapitonov@bsmu.by, <sup>2</sup>normanat@bsmu.by, <sup>3</sup>raydiag@bsmu.by*

The COVID-19 pandemic has caused millions of infection cases, which led to great economical and social losses all over the world. Due to high false-negative rate of the Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) tests [1] and impossibility to use antibody tests for early-stage diagnostics [2], diagnosing based on radiological methods, such as Chest X-Ray (CXR) and Chest Computer Tomography (CCT), became wide-spread [3]. Researchers from different countries claim that CXR may have the same with CCT sensitivity rate, because of the same radiological signs of the COVID-19-associated pneumonia [4, 5]. This makes CXR an essential method: cheap, wide-spread, fast. It is estimated, that increase of images to analyse will be compensated by new AI-driven tools helping to classify CXR's [6]. As the area of computer vision rapidly develops aiming to assist radiologists with managing their workflow, it becomes evident that we don't have enough collected and properly prepared data for the Machine Learning process. Reported results (Table 1) don't cover the full variety of the most frequent possible pathological conditions (Table 2) [7].

Table 1 - Reported classifications

Classification	Number of articles, reporting usage of this classification
Covid pneumonia/ other pneumonia	3
Covid pneumonia/ other pneumonia/ normal image	8
Covid pneumonia/ normal image	7
Covid pneumonia/ bacterial pneumonia/ other viral pneumonia/ normal image	1
Pneumonia/ normal image	1
Normal image/ tumor/ pleural effusion/ infectious process/ other	1
Covid pneumonia/ other	2
Covid pneumonia/ other pneumonia/ normal image/ other	1



Table 2 - Real distribution of image types at 5<sup>th</sup> City Clinical Hospital (Minsk, 29.04.2020)

Type of image	Covid pneumonia	Venous stasis	Hydrothorax	Emphysem	Tumor	Normal image	Total
Amount	24	8	2	15	1	48	98
In %	24%	8%	2%	15%	1%	49%	100%

As the biggest available CXR datasets [8, 9] do not contain images with signs of COVID-19-associated pneumonia, it becomes important to collect a new topical dataset. Our research group collected 10683 CXR's from 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> & 6<sup>th</sup> City Clinical Hospitals in 3 classes:

- 1) Normal image
- 2) Pneumonia: covid and other
- 3) Other pathological condition: venous stasis, hydrothorax, emphysem and other

During our research were created 2 neural networks to solve the problem of CXR's classification. The model created in collaboration with the ITMO University (Saint-Petersburg, Russia) is circumstantially discussed in the article [10]. The model created in collaboration with the Laboratory of Mathematical Methods of Image Processing of the MSU University (Moscow, Russia) reached 85% accuracy. Our web-service, based on the mentioned models (<http://3.21.250.7:8501/>), reached great results during it's practical usage at the Urban Children's Infectious Clinical Hospital (Minsk). We report 716 right predictions from 785 attempts (91% accuracy), given by at least one neural network.

To summarize, we can declare huge potential of the medical Big Data industry in Belarus. As it was shown during our research, it is possible to collect and prepare data just in time to solve the actual problems with usage of ML&Computer vision technologies.

Grants and funding:

Authors marked<sup>1</sup> were supported by PANDEMIC HACKATHON (04.05.2020-01.06.2020, <https://pandemichack.ru/>) funding and Rocket.Dao AWS Activate grant.

### References

1. Böger, Beatriz, et al. "Systematic review with meta-analysis of the accuracy of diagnostic tests for COVID-19." *American journal of infection control* (2020).
2. Deeks, Jonathan J., et al. "Antibody tests for identification of current and past infection with SARS-CoV-2." *Cochrane Database of Systematic Reviews* 6 (2020).
3. Wong, Ho Yuen Frank, et al. "Frequency and distribution of chest radiographic findings in COVID-19 positive patients." *Radiology* (2020): 201160.
4. Zhang, Jinjun, et al. "Familial cluster of COVID-19 infection from an asymptomatic." *Critical Care* 24.1 (2020): 1-3.
5. Schiaffino, Simone, et al. "Diagnostic performance of chest x-ray for COVID-19 pneumonia during the SARS-CoV-2 pandemic in Lombardy, Italy." *Journal of thoracic imaging* 35.4 (2020): W105-W106.
6. Santosh, K. C. "AI-driven tools for coronavirus outbreak: need of active learning and cross-population train/test models on multitudinal/multimodal data." *Journal of Medical Systems* 44.5 (2020): 1-5.
7. Chen, Delong, et al. "A review of automated diagnosis of covid-19 based on scanning images." *arXiv preprint arXiv:2006.05245*.
8. Irvin, Jeremy, et al. "Chexpert: A large chest radiograph dataset with uncertainty labels and expert comparison." *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. Vol. 33. 2019.
9. Johnson, Alistair EW, et al. "MIMIC-CXR-JPG, a large publicly available database of labeled chest radiographs." *arXiv preprint arXiv:1901.07042* (2019).
10. Gusarova, N. F., Lobantsev, A. A., Vatian, A. S., Kapitonov, A. A., & Shalyto, A. A. (2020). Comparative assessment of text-image fusion models for medical diagnostics. *Information and Control Systems*, (5), 7

# СЕКЦИЯ «МЕХАНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ»

УДК 622.658.345

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАНЕВРЕННЫХ СВОЙСТВ ШАХТНЫХ САМОХОДНЫХ ВАГОНОВ С РАЗЛИЧНЫМИ КОМПОНОВКАМИ КОЛЕСНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

*Дроздович З.С., Стаин А.И., научный руководитель- Басалай Г. А.  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: rbasalai@bntu.by*

**Summary.** *The analysis of the efficiency of work of self-propelled mine cars as part of tunneling complexes is carried out. Perspective schemes of power supply of self-propelled mine cars, as well as ways of modernizing their wheel propellers are considered. The calculation of the parameters of the wheel propeller control system during the maneuvering of a self-propelled mine car is performed.*

**1. Эффективность работы шахтных самоходных вагонов в составе проходческих комплексов.** На разрабатываемых шахтным способом пластовых месторождениях повсеместно применяются проходческие комплексы. В состав проходческих комплексов входят проходческие или проходческо-очистные комбайны, бункеры-перегрузатели и шахтные самоходные вагоны (ШСВ). Эффективность проходческих комплексов в значительной степени зависит от производительности шахтных самоходных вагонов. В свою очередь производительность вагона определяется его конструктивными параметрами: геометрическими, кинематическими и энергетическими. Они заложены в общей компоновке машины, в конструктивных особенностях колесного движителя и подвижного дна бункера, в энергетическом потенциале электродвигателей и системе их энергообеспечения, типе приводов исполнительных механизмов, системах управления и диагностики.

Вышеперечисленные параметры ШСВ закладываются на стадии их проектирования с учетом горно-геологических особенностей месторождения, технологических схем разработки пластов полезного ископаемого, а также с максимальной оптимизацией по конструктивным и эксплуатационным параметрам с проходческими комбайнами и оборудованием на пунктах перегрузки горной породы на магистральный конвейерный транспорт. Анализ показывает, что на производительность проходческого комплекса основное влияние оказывают емкость бункера, система энергообеспечения ШСВ, а также протяженность маршрута по подземной выработке от комбайна в забое до пункта выгрузки породы. Поэтому актуальной задачей остается повышение эффективности ШСВ путем создания транспортных модулей нового поколения.

**2. Перспективные схемы энергообеспечения шахтных самоходных вагонов.** На рудниках ОАО «Беларуськалий» в составе проходческих и проходческо-очистных комплексов повсеместно применяются однотипные по конструктивному исполнению шахтные самоходные вагоны. Общей особенностью энергообеспечения этих машин и преобразования ее в силовые параметры на исполнительных механизмах является электрогидромеханические схемы приводов с питанием через силовую кабель от автономной стационарной энергостанции.

Применяемые схемы энергообеспечения через силовую кабель существенно ограничивают технологические возможности вагонов как транспортных модулей в подземных выработках. В связи с этим в конструкторских бюро машиностроительных

предприятий горного профиля интенсивно прорабатываются различные варианты перспективных схем энергообеспечения ШСВ. Принципиально новой и эффективной рассматривается схема автономного энергообеспечения каждой машины посредством аккумуляторных батарей. Главным сдерживающим фактором является необходимость в батареях большой емкости при допустимых геометрических параметрах, их массе, а также временем на периодическую подзарядку и ресурс. Среди принципиальных вариантов автономного энергоснабжения вагонов следует выделить три: - батареи ограниченной емкости до одного-двух рейсов с быстрой подзарядкой во время разгрузки в течение одной минуты; - быстросменяемые батареи для обеспечения работы машины на несколько рейсов; - постоянные батареи с емкостью, достаточной для работы машины в течение одной-трех смен.

**3. Пути модернизации колесных движителей ШСВ.** Колесные движители ШСВ в зависимости от технологических условий эксплуатации и заданной грузоподъемности выполнены по нескольким принципиальным конструктивным схемам. Наиболее распространенные – двух- и трехосные схемы колесных движителей ШСВ. Существенным ограничивающим фактором при компоновке движителя машины является грузоподъемность и габариты шин.

Двухосные движители со всеми приводными и управляемыми колесами отличаются минимальным радиусом поворота машин, что очень важно в условиях ограниченных поперечных габаритов и кривизной горных выработок. Грузоподъемность этих ШСВ составляет 15-25 т. Трехосные движители, как правило, с управляемыми колесами одной оси применяются на ШСВ с грузоподъемностью 30 и более тонн для эксплуатации в широких подземных горных выработках, т. к. отличаются более низкими маневренными свойствами.

В погрузочно-доставочных машинах для работы в подземных условиях повсеместно используются полноприводные двух- или трехосные колесные движители с шарнирно сочлененной рамой, обеспечивающие им высокие маневренные свойства. Применение этих схем на ШСВ ограничивается конструктивными параметрами бункера с подвижным дном в виде двухцепного скребкового конвейера.

Представляется перспективной для проектной проработки схема двухосного движителя ШСВ с поворотными осями и мотор-колесами.

УДК 622.684

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

*Ольшевский А.В., Ярутич Я.О., научные руководители- Басалай Г. А., Басалай И. А.  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail artm@mail.ru*

**Summary.** *The analysis of the main operational properties of heavy-duty mining dump trucks and the ways of their improvement is carried out. Basic options for increasing some performance indicators of heavy-duty mining dump trucks by introducing special technical means and technological methods of their work at mining enterprises are presented.*

Основной транспортной единицей в технологических процессах разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом во всем мире являются карьерные самосвалы. Несмотря на несколько низкие показатели по производительности перед конвейерным транспортом они значительно превосходят по общей эффективности ведения горных работ на карьерах.

В настоящее время основными мировыми производителями карьерных самосвалов выпускаются машины двух вариантов исполнения трансмиссий: первый – гидромеханическая

передача в сочетании с ведущим мостом для самосвалов грузоподъемностью примерно до 100 тонн, второй – электромеханическая трансмиссия для машин большей грузоподъемности. Результаты анализа показывают, что средняя энергонасыщенность машин грузоподъемностью от 50 до 150 т составляет 4,8-5,1 кВт/т, а средняя металлоемкость равна 0,72-0,81 т/т. Максимальные скорости движения – 50-70 км/ч.

Традиционными направлениями наращивания эксплуатационных показателей карьерных самосвалов являются, по-прежнему, увеличение единичной грузоподъемности машин, снижение удельных затрат энергии на перевозку породы и удельной металлоемкости машин, повышение надежности механизмов и систем, улучшение условий работы водителей.

Новым этапом в модернизации карьерных самосвалов и режимов их эксплуатации, можно утверждать, является переход на дистанционное управление машинами и перевод дизельных двигателей на альтернативные виды энергии, а также использование других видов энергии. Прогресс может быть достигнут при использовании в несущих конструкциях машин современных полимерных материалов. Особенно актуальным является решение проблемы по повышению ресурса сверх крупногабаритных шин грузоподъемностью 100 и более тонн. Решение этих задач позволит существенно улучшить безопасность и экологическую обстановку в регионе ведения горных работ.

Авторами разработаны принципиальные варианты повышения некоторых эксплуатационных показателей большегрузных карьерных самосвалов посредством внедрения специальных технических средств и технологических приемов их работы на горных предприятиях.

Одно из них относится к кузову машины. При транспортировании горных пород, склонных к налипанию на днище и бортах кузова, предлагается система активного пневматического или гидравлического воздействия на материал при его разгрузке.

Вторая разработка направлена на повышение ресурса шин за счет снижения количества маневров машины в груженом состоянии с предельно малыми радиусами поворотов. Это реализуется внедрением на площадках разгрузки самосвалов в бункерные дробильно-сортировочных линий опорно-поворотных кругов.

Третье предложение направлено на мониторинг и на периодическое интенсивное понижение температуры шин в процессе работы машин при высокой температуре окружающего воздуха. Оно реализуется путем оборудования вдоль трассы самосвалов технологического бассейна с проточной водой.

Четвертое техническое решение направлено на повышение надежности редукторов электромотор-колес самосвалов с электромеханической трансмиссией. Конструктивной особенностью этих редукторов является использование кинематической схемы типа «замкнутый дифференциал» с корпусом, который одновременно является подвижной ступицей спаренных колес. В настоящее время коллективом студентов научно-творческого бюро «Горняк», которое функционирует на факультете горного дела и инженерной экологии Белорусского национального технического университета, с участием авторов статьи разработаны три принципиально новых варианта модернизации редуктора. Они проходят стадию динамического моделирования и определения нагрузок в основных опорно-приводных элементах.

Актуальным направлением следует рассматривать и рациональное использование отработанных шин карьерных самосвалов в качестве альтернативного топлива на цементных заводах при обжиге клинкера. Ресурс современных крупногабаритных шин составляет 10-40 тыс. км. Он реализуется в течение 4-8 месяцев интенсивной эксплуатации машин в три-четыре смены в сутки. При единичной массе около 500-800 кг на предприятии постоянно накапливаются десятки тонн отработанных шин, поэтому следует организовать цех по их массовой переработке для дальнейшей эффективной транспортировке на цементные заводы.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ**

*Казанович К. А., Воропаева Д. К., научные руководители- Стасевич В. И., Басалай Г. А.  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail kasanovich1999@mail.ru*

**Summary.** *The main types of equipment for carrying out drilling and blasting operations in a building stone quarry are considered: shot holes drills in rocks, as well as machines for mechanized loading of explosives in the production of massive explosions in quarries. The features of the application of technological schemes for switching charges in the production of mass explosions at mining enterprises are given. The main methods of crushing oversized materials after carrying out massive explosions on a pit bench are considered.*

Крепость скальных пород не позволяет проводить непосредственную экскавацию из залежи. Необходимо дробление на куски определенного размера. В настоящее время подготовка пород к выемке производится с применением буровзрывных работ (БВР).

### **1. Станки для бурения взрывных скважин в горных породах**

Для одной из основных технологических операций – бурения скважин – на карьерах применяют буровые станки. Типоразмеры буровых станков определяются диаметром скважины: 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400 мм. Буровые станки разделяются по способу воздействия породоразрушающего инструмента на забое скважины, на три типа:

1. Станки СБР (вращение режущего инструмента, установленного на шнековой штанге). Применяют для бурения пород крепостью до  $f = 6$  по шкале проф. М.М. Протодьяконова. Номинальный диаметр скважин – 125 и 160 мм.

2. Станки СБШ (разрушение породы проводят вращением шарошечного долота). Применяют для бурения пород крепостью  $f \geq 6$  по шкале проф. М.М. Протодьяконова. Диаметр скважин – от 160 до 400 мм.

3. Станки СБУ для бурения пород крепче  $f \geq 6$  с диаметром скважин от 100 до 200 мм. Бурение осуществляется ударно-вращательным способом погружными пневмударниками и имеет ряд преимуществ, позволяющих уменьшить массу станков, бурить скважины с минимальными искривлениями при постоянной скорости сравнительно недорогим инструментом; станки просты по устройству и удобны в обслуживании.

### **2. Машины для механизированного заряжания взрывчатых веществ при производстве массовых взрывов на карьерах**

Совершенствование взрывных работ связано с применением эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) и неэлектрических систем взрывания. ЭВВ перевозятся и заряжаются смесительно-зарядными машинами (СЗМ) для сухих, обводненных скважин или для комбинированных условий. Они используются и для транспортировки сыпучих и эмульсионных компонентов ЭВВ. Однако, даже это не дает возможности оптимального выбора для предприятия из-за разнообразия условий применения.

Предприятия, которые изготавливают и продают такого рода технику, должны согласовывать с потребителями технические задания на выпуск СЗМ для максимальной эффективности применения с учетом требований цикла БВР.

### **3. Особенности применения технологических схем коммутации зарядов при производстве массовых взрывов на горных предприятиях.**

85-90% буровзрывных работ на карьерах производится методом скважинных зарядов. Диаметр скважины – 250 мм, глубина скважины изменяется от 5-7 м до 20 м. Это связано с возможностью дальнейшей экскавации горных пород действующим оборудованием.

На карьерах используются электрический, электронный, с применением детонирующего шнура (ДШ) и неэлектрический способы взрывания. При этом используются различные схемы коммутации зарядов: порядные, диагональные, треугольные, радиальные и другие. Неэлектрические системы взрывания имеют ряд преимуществ но не могут быть изначально проверены. Для дробления крепких и особо крепких горных пород используются диагональные схемы взрывания. При выборе схемы необходимо учитывать способ взрывания, физико-механические свойства горной породы и возможности технологического оборудования. Наиболее эффективными являются диагональные схемы совместно с электронной системой взрывания. Все средства инициирования выпускаются в соответствии с нормативными документами: ТУ, ГОСТ и другими. Во всех документах (к примеру, ГОСТ 9089-75, ГОСТ 21806-76) приводятся данные о вероятности безотказной работы (0,9999). Они характеризуют надежность средств инициирования и дают взрывникам и руководителям взрывных работ представление о возможности отказа самого средства инициирования. Чем больше мы используем, к примеру, электродетонаторов типа ЭД-8, тем вероятнее отказ. Используя теорию вероятностей авторами показано, что при массовых взрывах, даже при соблюдении всех инструкций, норм, требований и правил может произойти отказ, что является серьезным отрицательным фактором производства взрывных работ (прекращение всех видов работ до ликвидации отказа). Планирование взрывных работ на предприятии должно учитывать вероятность отказа средств инициирования.

#### **4. Способы дробления негабаритов после проведения массовых взрывов.**

После проведения БВР в развале присутствуют негабаритные куски. Отгрузка горной породы из развала производится с помощью одноковшовых экскаваторов и фронтальных погрузчиков. Они не могут погрузить негабарит в автомобили, негабариты не могут быть перевезены автомобилем, пройти через приемное отверстие бункера дробилки заводе. Таким кускам необходимо дополнительное дробление. Дробление негабаритов осуществляется несколькими способами: дробление шпуровыми зарядами; механические, импульсные, химические, термические, электротермические и другие способы дробления.

Буровзрывной способ дробления связан с большим количеством операций и привязке момента взрыва к взрыву массовому. Это ухудшает показатели работы карьера, так как в другое время взрывные работы проводить нельзя. Механический способ дробления не привязан к технологическому процессу и может осуществляться в любую смену любого технологического процесса. Это в свою очередь резко улучшает технико-экономические показатели и дает возможность в более короткие сроки все негабаритные куски довести до размеров габаритных. С помощью техники для экскавации погрузить их, то есть освободить блок для проведения следующего цикла работ (зачистка, бурение, взрывание).

Основным показателем эффективности проведения как бурения скважин в скальных породах, так и дробления негабаритов после массовых взрывов является энергоемкость технологических операций. Дробление негабарита перфораторами и отбойными молотами осуществляется за счет усталостного разрушения скальных горных пород (ГП).

П.А. Ребиндер предложил пользоваться единым законом дробления, исходя из того, что вся работа дробления складывается из работы, расходуемой на деформацию дробимого тела, которая определяется по закону Кирпичева, и работы, расходуемой на образование новой поверхности и определяемой по закону Риттингера.

Основным энергетическим показателем процессов разрушения ГП является объемная работа разрушения. Таким образом, наиболее эффективным способом дробления негабарита является механический.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ ЗАТОЧКИ ЗАТЫЛОВАННЫХ ДИСКОВЫХ ФАСОННЫХ ФРЕЗ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ажар А.В., Минасян Г.О., Кошевой А.Н.  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail azhar.a@bntu.by

**Summary.** A method is proposed for determining the optimal diameter of a grinding wheel for sharpening shaped disk mills, based on computer 3D modeling of the grinding operations, taking into account the restrictions on the formation of a saddle on a tooth and a gouge on an adjacent tooth. For the feasibility study of the wheel toolkit at the stage of production preparation, a complex indicator of the relief operation is proposed, taking into account the level of resources of the grinding wheel and disk cutter during operation.

Затылование шлифованием является наиболее трудоёмкой, сложной и ответственной операцией на которой достигается требуемая точность и качество изготовления фасонного инструмента. Анализ существующих технических решений и методов изготовления дисковых фасонных затылованных фрез [1] показал, что в целях оптимизации производства рассматриваемого инструмента возможен и в ряде случаев необходим анализ с помощью средств 3D-моделирования параметров шлифовальных кругов, применяемых для затылования задней поверхности зуба фрезы. С помощью моделирования данного этапа производства можно выбрать оптимальный диаметр, форму, профиль и положение шлифовального круга, что в свою очередь дает возможность эффективного решения задач экономии материальных ресурсов на изготовление фрез и увеличения срока службы изготавливаемого инструмента.

Наибольшую производительность операции затылования обеспечивают дисковые шлифовальные круги. Однако часто не удается получить затылок, проточенный по всей длине зуба инструмента, т.к. в конце рабочего хода круг может задеть соседний зуб (рис. 3).

Решить данную проблему не удастся даже при уменьшении числа зубьев. По принятым рекомендациям минимальный диаметр шлифовального круга для затылования задних поверхностей фасонных фрез определяется по формуле:

$$D_{кр.min.} = \frac{D_{фр}}{2} * \sin \frac{180}{z} * \frac{1}{\sin \alpha_\alpha}, \quad (1)$$

где  $D_{фр}$  - диаметр затачиваемой фрезы, мм;  $z$  - число зубьев фрезы;  $\alpha_\alpha$  - задний угол затылуемой задней поверхности.

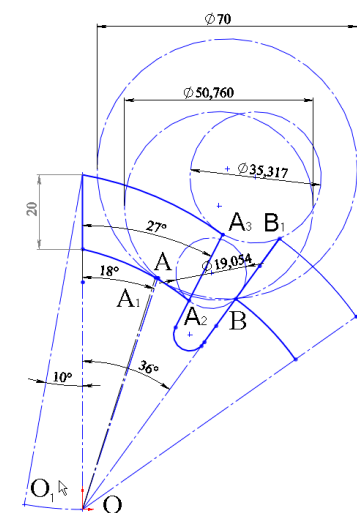


Рисунок 1 - Выбор диаметра круга

В этом случае предполагается, что остается 1/3 длины зуба, которая не шлифуется, а затыловывается резцом со спадом затылка в 1,5...1,75 раза большим величины спада шлифованной части. Расчет диаметра круга по формуле (1) дает приблизительный результат проверку которого осуществляют опытным путем, как и выбор круга возможно большего диаметра обеспечивающего допустимую длину затылования. Большему шлифовальному кругу требуется меньше правок в ходе затылования, что повышает точность профиля затылуемого инструмента, увеличивает общий ресурс круга. Для обеспечения заданной скорости резания порядка 25 – 30 м/с нет необходимости в увеличении частоты вращения шпинделя станка, которая при малом

диаметре круга может быть не реализована по техническим причинам. Недостатком в этом случае является меньшая длина обработки зуба, т.к. прошлифовав зуб до конца появится зарез на следующем зубе (рис. 3). В результате получаем меньшее число переточек изготовленной фрезы и сокращенный срок службы. Путем геометрических построений с использованием векторных САПР можно точно определить наибольший диаметр круга, который сможет прошлифовать не менее 2/3 длины зуба, не зарезав следующий, а также определить крайнее положение круга выбранного диаметра при затыловании (рис.1). Полученный эскиз средствами компьютерного 3D моделирования преобразуется в точный профиль фасонного круга. Анализ параметров сопряжения моделей фрезы и круга в условиях, имитирующих процесс резания позволяет выбрать оптимальную форму, размеры и положение круга обеспечивающие необходимую производительность и стойкость как режущего, так затылующего инструмента, при сохранении точности обработки без зареза зубьев (рис.2).

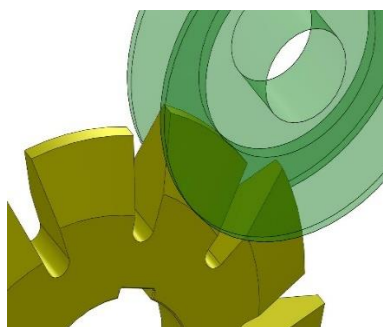


Рисунок 2 - Затылование зуба на 2/3 длины без зареза

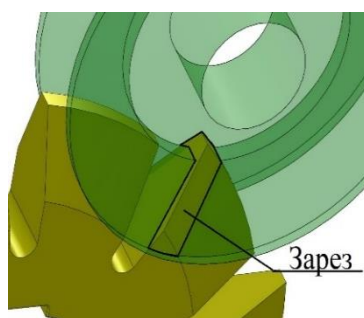


Рисунок 3 - Затылование зуба на полную длину с зарезом

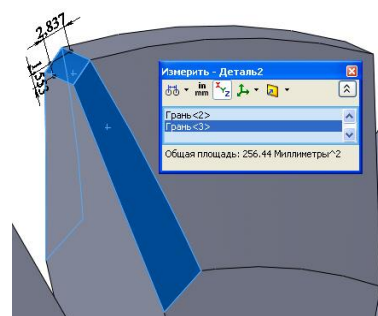


Рисунок 4 - Зарез следующего зуба за шлифуемым

Компьютерный анализ диаметров кругов и длин затылования позволяет выбрать оптимальный круг с учетом комплексного показателя операции затылования учитывающего отношение ресурса шлифовального круга (количество правок) и затылуемой фрезы после заточки (количество переточек):

$$k = \frac{a \cdot k_1}{b \cdot k_2}, \quad (2)$$

где  $k_1 = \frac{d_1}{d_2}$  – отношение диаметров  $d$  выбранных шлифовальных кругов;  $k_2 = \frac{l_2}{l_1} = \frac{\theta_2}{\theta_1}$  – отношение длин  $l$  (углов  $\theta$ ) затылования, полученных выбранными кругами;  $a$  – весовой коэффициент фактора стоимости (удельных затрат) операции затылования;  $b$  – весовой коэффициент фактора стоимости эксплуатации затылуемого инструмента ( $a + b = 1$ ).

При выборе круга минимального диаметра необходимо учитывать ограничения на высоту профиля, влияющую на возможность установки круга на станке, и максимальную частоту вращения шлифовального шпинделя, определяющую скорость резания.

Например, для операции затылования дисковой фрезы  $\varnothing 180$ , числом зубьев  $z=10$  и высотой трапецеидального профиля  $h=20$  мм (рис.1), были смоделированы круги:  $\varnothing 19$  – для полного затылования бокового профиля у основания зуба,  $\varnothing 35,3$  – для полного затылования профиля зуба на вершине,  $\varnothing 50,7$  – для затылования 66.7% (2/3) длины профиля и  $\varnothing 70$ , полученным расчетом по формуле (1) – для затылования 64.7 % длины профиля. При полном затыловании зуба кругом  $\varnothing 70$ , происходит зарез следующего за ним зуба (рис.3). В результате недопустимо искажается профиль фрезы и нарушается ее геометрия (задние углы) у передней поверхности зуба (рис. 4). Несмотря на это при минимизации удельных затрат на операцию затылования и учете ограничений на характеристики затыловочного станка лучше принять фасонный круг  $\varnothing 70$ , обеспечивающий неполное затылование профиля зуба за один установ. При этом потеря ресурса затылуемой фрезы (количество переточек) составит 2%, при увеличении ресурса шлифовального круга на 38 % по сравнению с кругом  $\varnothing 50,7$ . Использование профильных кругов  $\varnothing 19$  и  $\varnothing 35,3$  не



приемлемо, т.к. глубина фасонного профиля больше выбранных диаметров. Анализ результатов моделирования показывает, что на выбор диаметра круга влияет не только количество зубьев, но и высота профиля фрезы, принятая схема обработки (одним кругом или несколькими) и угол установки круга относительно шлифуемой поверхности. Таким образом, замена опытных испытаний виртуальными по предложенному методу при решении проблем затылования фасонных фрез становится важным средством снижения затрат на подготовку производства и связанной с ней стоимостью и конкурентоспособностью изготавливаемого инструмента.

### *Литература*

1. Семенченко И.И., Матюшна В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов. - М.: МАШГИЗ, 1963 - 952 с.

УДК 621.039.53

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ-СВИДЕТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ КОРПУСОВ ВОДО-ВОДЯНЫХ РЕАКТОРОВ**

*Дячэк О.А., научный руководитель – Герасимова А.Г., к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: ljolja@list.ru*

**Summary.** *The article analyzes the use of witness samples to determine the state of materials for VVER vessels. Three methods of obtaining information about the irradiated materials of the reactor vessel are considered. Requirements for the unloading of sample-sweepers are listed. The advantages and disadvantages of testing on witness samples are described.*

Корпус ядерного реактора является одной из основных преград для выхода продуктов деления во внешнюю среду. Ввиду этого сохранение целостности корпуса считается одной из важных задач в любых штатных и нештатных режимах работы АЭС.

Целью работы является изучение разрушающих методов контроля корпусов реакторов ВВЭР посредством образцов-свидетелей.

Характеристики охрупчивания материала снижаются из-за продолжительного воздействия рабочих температур (тепловое охрупчивание) и нейтронного облучения (радиационное охрупчивание). Радиационный ресурс материала корпуса во многом определяет эксплуатационный ресурс всей АЭС.

В настоящее время есть 3 способа получить информацию об облученных материалах корпуса реактора:

1. В исследовательских реакторах образцы подвергаются предварительному ускоренному облучению. Определяются механические свойства, изучается фазовое структурное состояние материалов.
2. Стандартные образцы-свидетели облучаются непосредственно в реакторах АЭС.
3. Исследуют материалы выводимых из эксплуатации корпусов реакторов. [1]

В связи с тем, что предсказать радиационное охрупчивание материалов при продолжительном воздействии невозможно осуществляются программы контроля по образцам-свидетелям.

Образцы-свидетели используются для мониторинга: изменений механических характеристик металла (временное сопротивление, относительное сжатие и удлинение, предел текучести), характеристик сопротивления хрупкому разрушению (крипическое раскрытие трещин или вязкость разрушения, критическая температура хрупкости), характеристик локальной и сплошной коррозии (коррозия под напряжением, язвенная коррозия, межкристаллитная). [2]

В реактор загружают шесть наборов облучаемых образцов-свидетелей. Они помещаются у внутренней стенки шахты реактора. Помимо образцов-свидетелей загружают в реактор 6 наборов «температурных» образцов, которые размещаются на внутренней поверхности опорной обечайки блока защитных труб. «Температурные» образцы используются для оценки изменений свойств металла, связанных с эффектом старения при продолжительном воздействии температур и нейтронного облучения. [3]

При каждой выгрузке топлива извлекают минимум:

- 6 образцов для определения механических характеристик (3 при комнатной температуре и 3 при расчетной);
- 15 образцов для нахождения критической температуры хрупкости;
- 15 образцов для нахождения критического раскрытия трещины или вязкости разрушения;
- 15 образцов для изучения характеристик коррозии.

#### **Требования к выгрузке образцов-свидетелей**

Облучаемые образцы-свидетели:

- первое извлечение – через 5 лет после начала работы реакторной установки;
- второе извлечение – через 9 лет после начала работы реакторной установки;
- третье извлечение – через 17 лет после начала работы реакторной установки.

Сроки выгрузки остальных наборов образцов-свидетелей устанавливаются по результатам исследования первых наборов образцов.

Температурные образцы-свидетели:

- выгружаются из блока защитных труб в период останова реактора. [3]

#### **Преимущества и недостатки испытаний на образцах-свидетелях.**

Основные преимущества:

- Относительная равномерность облучения образцов-свидетелей.
- Возможность получения опытных данных с флюенсами, которые существенно превышают проектные значения для корпуса реактора.

Второе преимущество дало возможность обосновать продление срока службы корпусов ВВЭР-440/213 в России и за рубежом без компенсирующих мероприятий.

Основные недостатки:

- Образцы, облученные в одном контейнере могут иметь расхождение по флюенсу нейтронов в несколько раз. Это связано с установкой образцов в местах с высоким градиентом плотности потока быстрых нейтронов.

- Высокий коэффициент опережения для ВВЭР-440 при облучении образцов по сравнению с внутренней поверхностью стенки корпуса реактора. В ВВЭР-1000 учли этот недостаток.

- Разброс получаемых из-за неудачного места извлечения образцов основного металла. Из-за этого невозможно оценить термическое старение и как следствие это приводит к сверхконсервативным оценкам радиационного охрупчивания металла корпуса реактора ВВЭР-1000 [2]

**Вывод.** Реализация программы образцов-свидетелей позволяет на основе комплекса материаловедческих исследований убедительно обосновать возможность продления срока службы корпуса, а также разрабатывать новые модели радиационного охрупчивания с учетом фактора времени и реальные механизмы повреждения при облучении.

#### *Литература*

1. Герасимова А. Г., Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС : учеб. пособие / А. Г. Герасимова. – Минск : Выш. шк., 2011. – 272 с.
2. Николаев Ю.А., Использование образцов-свидетелей для определения термического охрупчивания материалов корпусов реакторов ВВЭР-1000 / Ю.А. Николаев // Статья НИЦ

Курчатовский институт [Электронный ресурс]: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/kms2012/documents/kms2012-046.pdf> (дата доступа 21.10.2020).

3. Чернов А.А., Исследование состояния металла корпуса водо-водяных реакторов на образцах-свидетелях // Актуальные проблемы энергетики – 2016 – с. 339-347

## РЕАКТИВНЫЙ ИОННО-ЛУЧЕВОЙ СИНТЕЗ ТОНКИХ ПЛЕНОК HfO<sub>2</sub>

Зырянова А. С.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

e-mail: zyrianova5555@mail.ru

**Summary.** *The effect of the composition of the working gas, the substrate temperature and the target potential and characteristics of thin films of hafnium dioxide on a silicon substrate, obtained by reactive ion-beam sputtering of a metal target, has been studied. It has been established that with an increase in the partial pressure of oxygen from  $2.52 \cdot 10^{-2}$  to  $5.85 \cdot 10^{-2}$  Pa, the dielectric constant decreases by almost 2 times. The transmission and absorption of the films only slightly depend on the composition of the working gas. The band gap is equal to 5.63 eV. With an increase in the substrate temperature, the dielectric constant increases, but at the same time the dielectric losses sharply increase, and a decrease in the specific volume resistance is also observed. Moreover, an increase in the substrate temperature to 573 K leads to a deterioration in the optical characteristics. There is a decrease in transmission and an increase in absorption in the range 450–800 nm. These processes can be associated with the desorption of oxygen from the growing HfO<sub>2</sub> film. At a target potential of  $U_t = 40\text{--}80$  V, a significant decrease in dielectric losses occurred, and at  $U_t = 40$  V, a sharp increase in the specific volume resistance (almost 5 times) was observed, which indicates an intensification of the interaction between oxygen and hafnium.*

Исследовано влияние состава рабочего газа, температуры подложки и потенциала мишени на характеристики тонких пленок диоксида гафния на кремниевой подложке, полученных реактивным ионно-лучевым распылением металлической мишени. Установлено, что при увеличении парциального давления кислорода с  $2,52 \cdot 10^{-2}$  до  $5,85 \cdot 10^{-2}$  Па диэлектрическая проницаемость снижается почти в 2 раза. Пропускание и поглощение пленок незначительно зависели от состава рабочего газа. Ширина запрещенной зоны составила 5,63 эВ. При повышении температуры подложки диэлектрическая проницаемость увеличивается, однако при этом резко увеличиваются диэлектрические потери, а также наблюдается снижение удельного объемного сопротивления. Более того, повышение температуры подложки до 573 К привело к ухудшению оптических характеристик. Произошло снижение пропускания и рост поглощения в диапазоне 450–800 нм. Эти процессы могут быть связаны с десорбцией кислорода из растущей пленки HfO<sub>2</sub>. При потенциале мишени  $U_m = 40\text{--}80$  В происходило значительное снижение диэлектрических потерь, а при  $U_m = 40$  В наблюдалось резкое увеличение удельного объемного сопротивления (почти в 5 раз), что свидетельствует об интенсификации взаимодействия между кислородом и гафнием.

В настоящее время в микроэлектронике отмечается повышенный интерес к тонкослойным пленочным структурам на кремниевой подложке, одним из основных компонентов для которых является гафний. Структуры на его основе могут использоваться в качестве диффузионных барьеров для металлизации (силицид гафния) или материала оптических покрытий (диоксид гафния) [1,2]. Широкий круг соединений гафния относится к так называемым «high-k» материалам, которые перспективны для формирования тонкого подзатворного диэлектрика МОП транзисторов [3].

Формирование пленок HfO<sub>2</sub> осуществляли реактивным ионно-лучевым распылением мишени из гафния. В качестве рабочих газов использовались аргон и кислород. В качестве материала мишени использовался металлический гафний марки ГФИ-1 ГОСТ 22517-77. Расстояние мишень-подложка составляло ~ 80 мм, остаточный вакуум составлял (3,7–3,9)•10<sup>-3</sup> Па, рабочее давление смеси аргона и кислорода – 5•10<sup>-2</sup> Па, ускоряющее напряжение – 3,0 кВ, ток мишени – 65–105 мА. Емкость, сопротивление и тангенс угла диэлектрических потерь tg $\delta$  структур металл/ HfO<sub>2</sub>/металл измеряли с помощью прибора Е7-20 на частоте 1 МГц. Спектры оптического пропускания и поглощения пленок HfO<sub>2</sub> определялись с применением спектрофотометра МС-121 PROSCAN в диапазоне 350...900 нм. Толщина пленок измерялась с помощью микроскопа-интерферометра МИИ-4.

Были проведены исследования зависимости оптических и электрофизических характеристик тонких пленок диоксида гафния от парциального давления кислорода, температуры подложки и потенциала мишени. Пленки обладали пропусканием 88–94 % и поглощением 0,03–0,06 % на длине волны 555 нм. Ширина запрещенной зоны при парциальном давлении кислорода 4,4•10<sup>-2</sup> Па составила 5,63 эВ. Установлено, что диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  снижается почти в 2 раза при увеличении парциального давления кислорода с 2,52•10<sup>-2</sup> до 5,85•10<sup>-2</sup> Па. При увеличении давления происходит рост удельного объемного сопротивления  $\rho_v$ , что свидетельствует о большей степени окисления гафния. Зависимость tg $\delta$  от давления кислорода показала, что содержание кислорода в рабочем газе практически не влияет на диэлектрические потери, которые изменялись в диапазоне 0,046–0,065.

Нагрев подложки приводит к изменению характеристик пленок HfO<sub>2</sub>. Анализ спектральной зависимости пропускания пленок. Так ширина запрещенной зоны составила 4,4 эВ при парциальном давлении кислорода 4,0•10<sup>-2</sup> Па и температуре подложки 573 К. Установлено, что диэлектрическая проницаемость увеличивается до  $\epsilon=37$  при нагреве до 573 К, что является хорошим результатом. Однако при этом резко увеличиваются диэлектрические потери до tg $\delta=0,25$ . Также наблюдается и снижение удельного объемного сопротивления. Эти процессы могут быть связаны с десорбцией кислорода из растущей пленки HfO<sub>2</sub>, что приведет к более низкой степени окисления металлического гафния. Таким образом, установлено, что оптимальный диапазон температуры подложки должен составлять 300–423 К.

Наличие напряжения на мишени незначительно влияло на величину диэлектрической проницаемости. В тоже время при  $U_m=40-80$  В происходило значительное снижение диэлектрических потерь. Дальнейшее повышение напряжения на мишени приводило к росту tg $\delta$ . При  $U_m=40$  В наблюдалось резкое увеличение  $\rho_v$  (почти в 5 раз), что свидетельствует об интенсификации взаимодействия между кислородом и гафнием. Анализ оптических спектров показал, что дополнительная плазменная активация процесса реактивного ионно-лучевого распыления способствовала росту пропускания в ИК области спектра (800–900 нм). Было установлено, что ширина запрещенной зона  $E_g$  находилась в пределах 4,37...4,39 эВ и практически не зависела от напряжения на мишени.

Проведенные исследования показали, что электрофизические и оптические характеристики тонких пленок HfO<sub>2</sub> сложным образом зависят от условий формирования.

### *Литература*

1. Khorin, I.A. Hf based layers for Cu metallization / I.A. Khorin, Yu.I. Denisenko, V.N. Gusev// Ed. by K.A. Valiev, A.A. Orlikovsky. Int. Conf. on Micro and Nano Electronics.–2009. Proc. of SPIE. –2010. V. 7521.–P. 173–180.
2. Khoshman, J. M. Amorphous hafnium oxide thin films for antireflection optical coatings / J. M. Khoshman, A. Khan, M. E. Kordesch // Surf. Coat. Technol. – 2008. – Vol. 202., № 11. – P. 2500–2502.

3. Huang, A.P. Hafnium based high k gate dielectrics / A.P. Huang, Z.C. Yang, P.K. Chu; Ed. by: P. K. Chu // *Advances in Solid State Circuits Technologies*. – 2010. – P. 333–350.

УДК 676.031/.032

## ЛЮМИНИСЦЕНТНАЯ ДРЕВЕСИНА КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Сорокин М. А., научный руководитель – Костюкович О.В. ст. преподаватель  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: srkmm Maxim@gmail.com*

**Summary.** *Indoor lighting materials have a profound effect on the physical and psychological well-being of building occupants. There is a growing consumer demand for environmentally friendly biomaterials for optical applications. In this regard, it is beneficial to use materials that are recyclable and recyclable. A team of scientists from the Swiss Higher Technical School of Zurich has developed a bio-based, polymer matrix-free, luminescent and hydrophobic film with excellent mechanical properties for optical illumination purposes. The proposed optical lighting material can be attractive for interior structures (e.g. lamps and laminated coating panels), photonics and laser devices.*

Материалы внутреннего освещения оказывают сильное влияние на физическое и психологическое благополучие жильцов здания. Эти материалы, как правило, изготавливаются из нетекучего материала на основе устойчивых источников стекла, кремния, пластика и полимерных гибридных композитов, с отсутствием способности к биологическому разложению, что создает нагрузку на окружающую среду в конце срока службы. Тем не менее, существует растущий потребительский спрос на экологически чистые биоматериалы для оптических применений. В связи с этим выгодно использовать материалы, которые пригодны к переработке и вторичному использованию. Это позволяет более эффективно использовать объем лесозаготовок, снизить углеродный след и повысить экономическую эффективность предприятий. Недавний научный прогресс открывает возможности для использования природных материалов, таких как целлюлоза и древесина. Тонкие пленки на основе нановолокнистой целлюлозы используются для широкого спектра оптических применений (оптические датчики, электроника, дисплеи и устройства солнечных батарей) благодаря благоприятным механическим свойствам целлюлозы, оптическим характеристикам и низкому коэффициенту теплового расширения.

Структура и оптические свойства пленок целлюлозы поддаются перестройке, но повышение механических свойств этих пленок целлюлозы ограничено случайной ориентацией нановолокон целлюлозы. Механические свойства целлюлозных материалов с анизотропной структурой улучшаются путем выравнивания волокон с помощью гидродинамической сборки, мокрого прядения, механического растяжения, выравнивания электрического и магнитного полей или подходов сверху вниз. Эти материалы с выровненными волокнами целлюлозы обладают улучшенными механическими свойствами, но сопутствующая анизотропия оптических свойств ограничивает их использование для внутренних систем освещения или солнечных батарей из-за неравномерного освещения и рассеяния. Другим ограничивающим фактором является гидрофильность целлюлозных материалов, так как водно-целлюлозные взаимодействия вредны для производительности и качества продукции.

Для решения проблемы механической стабильности, материалы на основе целлюлозы нуждаются в покрытии или химической обработке для превращения их гидрофильных гидроксильных групп в гидрофобные фрагменты, например гексадецилтриметоксисиланом

$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_{15}\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$  (угол контакта с водой  $\approx 140^\circ$ ). Таким образом, на сегодняшний день получение гидрофобного целлюлозного материала с изотропными световыми характеристиками и высокими механическими свойствами остается сложной задачей.

Командой ученых Швейцарской высшей технической школы Цюриха разработала биосодержащую, без включений полимерной матрицы, люминесцентная и гидрофобная пленка с превосходными механическими свойствами для целей оптического освещения. Шаблон получают путем превращения древесного шпона в пористый каркас. Такой инновационный подход к производству позволяет устранить просветные полости и сохранить ориентацию исходных целлюлозных фибрилл для создания люминесцентных и полимерных пленок без матрицы с высоким модулем упругости и прочностью в направлении волокон. Предлагаемый оптический осветительный материал может быть привлекателен для внутренних конструкций (например, ламп и ламинированных панелей покрытия), фотоники и лазерных устройств. (Рис.1)



Рисунок 1 – Пример использования плёнки

### *Литература*

1. Strobel, K. Interior Wood Use: Linking User Perceptions to Physical Properties / Strobel, K // Scand. J. Forest Res. – 2017. – Vol. 32, iss. 8. – P. 798-806.
2. ResearchGate [Electronic resource]. : ASC Nano, 2020. – Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/344412718\\_Luminescent\\_and\\_Hydrophobic\\_Wood\\_Film\\_s\\_as\\_Optical\\_Lighting\\_Materials/](https://www.researchgate.net/publication/344412718_Luminescent_and_Hydrophobic_Wood_Film_s_as_Optical_Lighting_Materials/). – Date of access: 10.11.2020.
3. Optical Materials and Their Properties / Brinkmann, M. [et al]. – In Springer Handbook of Lasers and Optics: Berlin, Heidelberg, 2012; pp 253-39

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДИМЫХ В КНР КОМПОЗИТНЫХ ГРАНУЛ ПО ТЕХНОЛОГИИ LFT-G В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТИПА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ – НАНОКОМПОЗИТОВ

Чернобай Д.В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: chernobay@bntu.by

**Summary.** *The possibility of using Chinese raw materials (pellets) made using the LFT-G technology in the production of promising nanocomposite materials (nano-armor and substrates for it) is considered. For comparison and an example, the characteristics of various high-impact materials suitable for creating nanocomposites in the POLYADAMANTIUM project on the territory of the Republic of Belarus are given.*

**Keywords.** *LFT-G technology, nanocomposites, POLYADAMANTIUM*

С 2017 года в Китае, а затем и в Европе (2018 – по н. в.) получило развитие технологий армирования полимеров, при котором производители разделились на два условных лагеря - на приверженцев старой технологической схемы, когда гранулы полимеров содержали короткие разнонаправленные волокна углерода или стекловолокна, и более современной, с длинными однонаправленными волокнами. Например, для автомобильной промышленности выпускаются недорогие композитные полимеры на базе полиуретана, полифениленсульфида и длинного стекловолокна, для военной - из полиэфирэфиркетона (ПЭЭК) с длинным стеклянным или углеродным волокном, которые при выгорании после себя оставляют каркас из покрытых коксом переплетённых волокон, т.е. образуют трёхмерную сеть, повторяющую изнутри форму упрочнённого объёма или объекта. По сути, такие композиты трудно полностью сжечь и это огромный плюс для военной, автомобильной, авиационной промышленности.

Перспектива объединять в гибридных и градиентных нанокompозитах и макро- и наноструктур очень перспективна и эффекты, которые можно получить от такого объединения, наиболее полезны именно в баллистике, в защитных покрытиях, в т.н. "наноброне". Созданием т.н. «наноброни» занимается авторский НИОКР-стартап-проект «POLYADAMANTIUM», принявший участие в IX Международной выставке вооружения и военной техники MILEX-2019 и в Республиканском конкурсе инновационных проектов 2019 года в Республике Беларусь.

По планам, первичный образец нанокompозита будет создан на базе армированного длинным стекловолокном и по авторской схеме - системой наночастиц и нановолокон, термопластичного полиуретана, самого доступного на начальном этапе проекта матричного материала, а в дальнейшем будут использованы по нарастающей более прочные и термостойкие материалы и их смеси, в частности смеси суперконструкционных полимеров.

Для наноброни полиамиды («Гроднамид-27» (первичный ПА 6), «Гроднамид ПА6-ЛТЧ-СВ30» и др.), выпускающиеся в Республике Беларусь, не особо подходят - они впитывают влагу и разбухают. Тут нужны матричные полимеры суперконструкционного типа, специализированные марки и даже смеси (бленды) полимеров разного типа (известно множество исследований в США), к тому же полиамид меньше впитывает влагу только в виде композитов – стеклопластиков и углепластиков, арамидный же наполнитель тоже может набухать, поэтому в данном случае он не рассматривается [1], [2], [3].

В проекте была выявлена необходимость использования недорогого китайского сырья (гранул), выполненных по технологии LFT-G, в производстве перспективных нанокompозитных материалов [4] (наноброни и подложек для неё). Были найдены и приведены для сравнения и примера характеристики различных ударновязких материалов

(см. табл. 1), пригодных для создания нанокompозитов в проекте «POLYADAMANTIUM» на территории Республики Беларусь.

Далее в таблице 1 представлено несколько изучаемых в проекте вариантов матричных материалов, производимых в КНР и США и пригодных по ударной вязкости и другим параметрам для создания на их базе нанокompозита (согласно данным производителей в переводе), а в дальнейшем и для слоёв многослойной композиционной наноброни.

Таблица 1 – Сравнение прочностных свойств полимерных композитов на базе гранул LFT-G (матриц, пригодных для дальнейшего наномодифицирования и синергического усиления).

<i>Название</i>	<i>Общие хар-ки, прочность на растяжение</i>	<i>Модуль упругост и при растяжении, ГПа</i>	<i>Прочность на изгиб, МПа</i>	<i>Модуль упругости при изгибе, ГПа</i>	<i>Ударная вязкость без надреза, Дж/кДж</i>
Углепластик на базе усиленного полиамида (ПА 6.6) производства США (50% углеволокна)	310 МПа. Достойная ударная вязкость при общей прочности, сравнимой с броневой керамикой	40	497	29,31	721 Дж/м
Стеклопластик на базе жёсткой марки термопластичного полиуретана (ТПУ) производства КНР/США (60% стекловолокна)	283 МПа. Максимальная ударная вязкость при неплохой прочности	20,69	405	15,172	1549 Дж/м
Гибрид угле- и стеклопластика на базе жёсткой марки термопластичного полиуретана (ТПУ) производства КНР/США (15% углеволокна + 35% стекловолокна)	248 МПа. Немного уступает однородным композитам, но в целом имеет сбалансированный уровень и прочности и ударной вязкости	20,69	366	18,621	1068 Дж/м

### *Литература*

1. Кулезнёв В.Н. Смеси и сплавы полимеров. СПб., 2013.-С.22-45.
2. Полимерные смеси/ Под ред. Д.Р. Пола, К.Б. Бакнелла. СПб., 2009. Т. 1-2.-С.25-37.
3. Инженерные полимеры «Гроднамид» [Электронный ресурс] / Engineering polymers "Grodnamid" TDS's — Режим доступа: <https://grodno-khim.by/upload/iblock/efc/A6-hwayoz-lizy30%20e1x.pdf>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.



4. Чернобай Д.В. Перспективы объединения макро- и наноструктур в гибридных нанокompозитах для создания новых конструкционных материалов для наноброни, элементов бронезащиты экзоскелетов. 8-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 16–17 мая 2019 г.): сборник научных статей. В 5 ч. Ч. 5 / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск: Лаборатория интеллекта, 2019. – 100 с. – С. 97-99.

УДК 624.21

## СОДЕРЖАНИЕ МОСТОВ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

*Карнович М. А.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: owlrine20@gmail.com*

**Summary.** *The article discusses the maintenance of bridges in the winter, the elimination of possible damage, prevention of damage in the winter.*

В настоящее время для любого моста зимний период является самым опасным сезоном. Зимой происходят многочисленные повреждения конструкций, материалов и поверхности моста. Мосты, путепроводы, эстакады и тому подобные строения являются наиболее опасными участками в гололед. Следовательно, осматривать, ремонтировать и избавлять от скользкости и снега нужно в первую очередь именно такие сооружения, особенно на больших мостах.

До зимы нужно произвести заделку участков с повреждением покрытия, уделив особое внимание голой арматуре. При нарушении гидроизоляции, деформационных швов и водоотвода так же немедленно произвести ремонт, который также включает в себя очищение от грязи и ржавчины и покраску элементов мостовых конструкций. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Ремонтные работы на мостах зимой

Рассмотрим Крымский мост для примера того, как лучше выполнять зимнее содержание. В первую очередь отслеживаются изменения погоды, рабочие получают информацию от синоптиков. Если же происходит резкое изменение погоды, чего не было в прогнозах, то на этот случай на мосту установлены автоматизированные метеостанции, которые сообщают о природном явлении (град, дождь, снег и т.д.) за четыре часа до наступления.

За несколько часов до возможной плохой погоды, рабочие начинают обрабатываться дорогу специальным водно-солевым раствором, который является безвредным. Для этого на зимний период заготавливают 330 тонн соли и около 30 тонн различных добавок, на случай ещё большего ухудшения погоды. Важно, что стоки с автодорожной части моста в специальную сеть дождевой канализации, где проходит очищение уф-лучами. В случае большого количества снега, дорожные службы будут очищать покрытие механически.

Защищать строительные сооружения от непогоды необходимо, ведь это увеличивает срок службы строения. В наших климатических условиях следует уделять этому особое внимание, так как из-за погодных условий нам придётся чаще производить капитальный и косметический ремонты сооружений.

УДК 621.8

## **МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЛИНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ И ОБОГАЩЕНИЮ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

*Цагельник А.В., Виюк О.С., научный руководитель- Басалай Г. А.  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: olgaviyuk10@gmail.com*

**Summary.** *The general principles of calculating the main parameters of bins, feeders and batchers are considered. The developed algorithms make it possible to optimize them depending on the physical and mechanical properties of rocks, as well as the modes of operations in technological lines of processing and enrichment of minerals.*

### **1. Методика расчета основных параметров бункеров технологических линий по переработке и обогащению горных пород.**

Стабильность и эффективность работы предприятий в значительной степени определяют бункеры технологических линий по переработке и обогащению горных пород. По своему функциональному назначению они классифицируются на приемные, дозирующие, смешивающие и другие. Особенно важно при проектировании технологических линий назначить параметры бункеров с учетом возможных циклических объемах подачи сырья на переработку, нестабильных физико-механических и химических свойств породы, а также ритмичностью срабатывания материала. Основными режимами эксплуатации бункеров являются процесс загрузки горной породы, ее хранение, а также выгрузка. В частности, режим выгрузки породы сопряжен с влиянием ряда негативных факторов, приводящих к зависанию материала и прекращению процесса истечения через выпускное отверстие под действием гравитационных сил. К основным параметрам бункеров следует отнести их геометрическую форму и размеры, а также конструктивные особенности применяемых материалов для формирования стенок и каркаса.

В настоящее время разработаны и широко применяются методики расчета основных параметров бункеров, однако их применение требует графо-аналитического подхода, что затрудняет оперативно проводить оптимизацию при расчетах.

Авторами разработан алгоритм для автоматизированного проведения процесса получения оптимальных параметров бункеров по заданным исходным данным о горной породе и особенностям работы технологической линии с учетом места установки бункера между конкретными технологическими операциями.

### **2. Особенности применения и расчета затворов.**

Открывание-закрывание разгрузочных отверстий бункеров обеспечивается затворами. Изменением угла наклона выпускного лотка, либо частичным открыванием выпускного отверстия

осуществляется требуемая производительность (пропускная способность) затворов. Шибберные затворы в виде плоской задвижки применяются для бункеров, работающих на хорошо сыпучих материалах. Расчет этих затворов основан на определении максимального усилия для открытия шиббера затвора при трогании с места.

Секторные затворы изготавливают одно- и двухсекторными (челюстными). Расчет производится также, как и шибберного, по наибольшему моменту, который необходимо приложить в начале открывания затвора. Суммарный момент сопротивления складывается из потерь от трения материала о сектор и на трение в подвесках или цапфах.

Пальцевые (прутковые) затворы применяются для выпуска из бункеров мелко- и среднекусковых горных пород. Принцип работы основан на перекрытии выпускных наклонных желобов бункера. Исполнительный элемент – шарнирно закрепленная в желобе прутковая решетка. Основным расчетным параметром является усилие для подъема методом поворота решетки относительно оси шарнира.

Для материалов с широким диапазоном по крупности применяются лотковые затворы. По этой причине они нашли широкое применение в подготовительных отделениях технологических линий переработки и обогащения полезных ископаемых. Исполнительный элемент лоткового затвора – это лоток, шарнирно закрепленный под выпускным отверстием бункера. Главным расчетным параметром затвора является усилие для подъема (поворота) и удержания лотка с находящимся на нем материалом.

### **3. Особенности применения и расчета питателей.**

Питатели – это механические устройства для равномерной, регулируемой подачи сыпучих и кусковых горных пород в различные аппараты – дробилки, сушилки, реакторы и др. По принципу действия они подразделяются на питатели с тяговым рабочим органом, а также колебательные и вращательные питатели. Основные производственно-технологические требованиями к питателям – это стабильность по объему или массе выдаваемого материала; герметичность конструкции и минимальное негативное влияние на физико-механические свойства материала и его химический состав.

Питатели с тяговым рабочим органом подразделяются на пластинчатые, скребковые и ленточные. Для подачи крупнокусковых материалов с размерами кусков 100 x 100 мм и более применяют цепные питатели. Они представляют собой несколько замкнутых якорных цепей, входящих в зацепление со звездочками приводного вала, и образующих сплошное полотно, опирающееся на дно желоба.

Для подачи тяжелых и крупнокусковых горных пород с размерами кусков более 100 мм, а также выдачи материала из бункера, где наблюдается большое гидростатическое давление на дно бункера, применяются пластинчатые питатели. Производительность питателя регулируется изменением частоты вращения ведущего барабана (электродвигатели постоянного тока или многоскоростные – переменного тока) и положением регулирующей заслонки – шиббера. При расчете мощности на привод пластинчатого питателя, используемого в качестве дна бункера, учитывается то, что на подвижный слой передается давление вышележащего материала в бункере.

Для разгрузки волокнистых материалов из бункеров применяются скребковые питатели. Верхняя ветвь питателя находится внутри бункера и перемещается по его дну. При расчете мощности на привод цепей со скребками следует учитывать силу трения подвижного слоя по дну бункера.

Вращающиеся питатели характеризуются тем, что их исполнительный элемент совершает вращательное движение вокруг неподвижной оси. Основными типами вращающихся питателей являются барабанные, лопастные (шлюзовые) и винтовые.

Принцип действия барабанного питателя состоит в том, что смонтированный на горизонтальной оси барабан перекрывает выпускное отверстие бункера. Производительность барабанных питателей находится в пределах 10–150 м<sup>3</sup>/ч и регулируется высотой поднятия шиббера, а также изменением скорости вращения барабана. Массовая производительность

барабанного питателя определяется произведением четырех параметров: площади выпускного отверстия, которая зависит от ширины питателя и высоты поднятия шибера; окружной скорости барабана (диаметр барабана и частота его вращения); коэффициента использования объема и насыпной плотности материала. Мощность на работу затвора зависит от трех составляющих: момента сопротивления при сдвиге материала на уровне шибера, момента сопротивления в цапфах барабана; момента сопротивления от трения материала о неподвижные стенки.

Для подачи материала в аппараты с повышенным или пониженным давлением (топки, сушилки, пневмотранспортные установки) применяются шлюзовые питатели. Состоят из цилиндрического барабана, на поверхности которого вдоль продольной оси закреплены лопасти. Массовая производительность шлюзового питателя определяется произведением следующих параметров: объем одной ячейки барабана; число ячеек; частота вращения барабана; насыпная плотность материала. Мощность на валу барабана определяется по аналогии с барабанным питателем.

Винтовые питатели широко используются на заводах благодаря главному их достоинству – герметичности между выпускным отверстием бункера и последующим транспортным модулем. Производительность а также мощность на привод винтовых питателей зависят от наружного и внутреннего диаметров винта, шага витков, коэффициентов использования объема винта и коэффициента сопротивления движению, а также высоты подъема материала в трубе.

Если питатель установлен таким образом, что воспринимает часть веса материала, находящегося в бункере, то дополнительную мощность на преодоление этого сопротивления следует учесть аналогично, как в круглом затворе.

**Вывод.** Разработанные авторами алгоритмы определения основных параметров бункеров, питателей и дозаторов позволяют проводить их оптимизацию в зависимости от физико-механических свойств горных пород, а также режимов проведения операций в технологических линиях переработки и обогащения полезных ископаемых.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ

Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Нисс В.С.

*Белорусский национальный технический университет*

**Summary.** *The research results of a new pulsed method of polishing the surface of metallic materials, combining the advantages of both electrochemical and electrolyte-plasma treatment are presented.*

Для снижения энергоемкости и повышения эффективности процесса электролитно-плазменного полирования металлических материалов при сохранении высокой интенсивности, качества обработки и экологической безопасности разработан принципиально новый импульсный метод, совмещающий преимущества как электрохимической, так и электролитно-плазменной обработки. Метод реализуется за счет совмещения в пределах одного импульса миллисекундной длительности амплитудой более 200 В двух чередующихся стадий: электрохимической и электролитно-плазменной.

Высокая эффективность разработанного метода полирования достигается за счет основного интенсивного съема металла при реализации электрохимической стадии с низкими энергетическими затратами и оптимизации продолжительности электролитно-плазменной стадии, при которой обеспечивается высокое качество поверхности. Повышение частоты следования импульсов при снижении их длительности позволяет увеличить электрохимическую составляющую процесса и обеспечить более интенсивный съем материала заготовки, удалить значительные неровности поверхности. Снижение частоты следования импульсов при одновременном увеличении их длительности позволяет увеличить электролитно-плазменную составляющую процесса и достигнуть низкой шероховатости при общем снижении энергоемкости процесса.

В работе исследовалось изменение удельного съёма в процессе обработки поверхности, плотности тока и длительности отдельных стадий процесса в зависимости от состава и концентрации электролита.

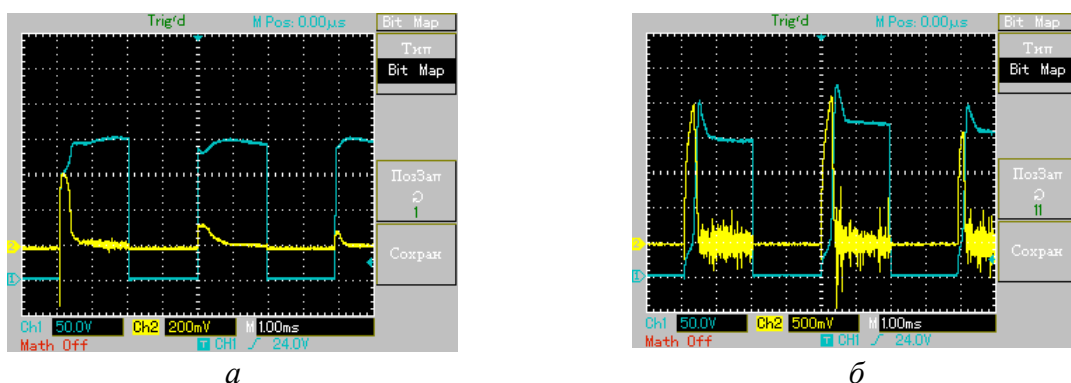
Для исследований использовался регулируемый от 0 до 300 В источник питания мощностью 12 кВт и мощный электронный ключ, позволяющий формировать импульсы тока заданной длительности амплитудой до 40 А. В качестве образцов использовались прутки из нержавеющей стали AISI 316 диаметром 2 мм. Обработка образцов выполнялась в электрохимической ячейке с катодом из коррозионностойкой стали в форме трубы диаметром 100 мм. Обрабатывался участок образца длиной 10 мм, остальная часть образца изолировалась от электролита трубкой из фторопласта.

В качестве электролитов использовались следующие растворы:

1. раствор сульфата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в дистиллированной воде с концентрацией от 2 до 40%;
2. раствор сульфата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в дистиллированной воде с концентрацией от 2 до 40% с добавкой 1% лимонной кислоты.

Температура электролита составляла 90 °С. Продолжительность обработки каждого образца – 1 мин. Электрический режим: импульсы напряжения амплитудой 200 В, длительностью 2 мс с паузами между импульсами 2 мс.

Контроль и запись формы импульсов тока осуществлялись запоминающим цифровым осциллографом С8-46/1 с помощью токового шунта с сопротивлением 0,05 Ом. Примеры осциллограмм приведены на рис. 1. Электрохимический процесс в электролите при достаточно высоком напряжении, как видно на осциллограммах на рис. 3 имеет две различные стадии: электрохимическую (импульс постоянного тока), и электролитно-плазменную (высокочастотный переменный ток намного меньшей амплитуды).



*а – концентрация 2%; б – концентрация 40%*

Рис. 3. Осциллограммы импульсов тока (канал Ch2, масштаб шкалы осциллографа: 50 mV = 1A) и напряжения (канал Ch1) при обработке стали AISI 316 в водном растворе сульфата аммония различной концентрации

По результатам выполненных исследований установлено, что с повышением концентрации электролита съём увеличивается. Этим обработка с применением управляемых импульсных режимов существенно отличается от традиционной электролитно-плазменной обработки, при которой съём практически не зависит от концентрации электролита. Так, при традиционной электролитно-плазменной обработке плоского образца съём металла на 1 мм<sup>2</sup> площади его поверхности составляет  $3,3 \cdot 10^{-6}$  г/(мм<sup>2</sup>·мин) (обработка в 4% растворе сульфата аммония при температуре 90 °С и напряжении 300 В). При обработке цилиндрического образца диаметром 2 мм, удельный съём составил  $2,12 \cdot 10^{-5}$  г/(мм<sup>2</sup>·мин). Съём при комплексной электрохимической и электролитно-плазменной импульсной обработке в три раза больше даже при малой концентрации электролита (4%), когда ещё нет режима полирования. В режиме полирования при концентрации 40% съём больше в шесть раз по сравнению с режимом традиционной электролитно-плазменной обработки.

Добавление лимонной кислоты уменьшает съём металла при обработке, при этом существенно не влияет на качество полирования. Повышение концентрации сульфата аммония с 2 до 40 % приводит к изменению значения плотности тока обработки: для электрохимической стадии от 4–12 А/см<sup>2</sup> при 2% до 45–64 А/см<sup>2</sup> при 40 %; для электролитно-плазменной стадии от 1–3 А/см<sup>2</sup> при 2 % до 13–15 А/см<sup>2</sup> при 40 %. Длительность электрохимической стадии составляет 0,5–1 мс при концентрации электролита 2–8 % и 0,2–0,4 мс при концентрации электролита 30–40 %. Длительность электролитно-плазменной стадии составляет 1,1–1,5 мс при концентрации электролита 2–8 % и 1,6–1,8 мс при концентрации электролита 30–40 %.

Примеры изделий из коррозионностойкой стали после полирования с применением управляемых импульсных режимов электролитно-плазменной обработки представлены на рис. 2.



Рис. 2 – Образцы изделий из коррозионностойкой стали после полирования с применением управляемых импульсных режимов электролитно-плазменной обработки

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВИДА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ НА ДРАПИРУЕМОСТЬ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ

Тан Сяотун, Рыклин Д.Б.

*Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»*

*e-mail: 420013306@qq.com, ryklin-db@mail.ru*

**Summary.** *Objective of the work is determining the influence of finishing technique on drapability of linen and semi-linen fabrics. New method of fabrics drapability evaluating based on the use of 3D scanning technology was developed. New experimental data have been obtained that allow analyzing the influence of the properties of linen and semi-linen fabrics of different structures including formed as a result of their final finishing on the indicators of their drapability.*

В настоящее время информация о драпируемости применяется не только при конфекционировании материалов для швейного производства. Драпируемость тканей учитывается также в системах автоматизированного проектирования швейных изделий и при разработке интерактивных примерочных.

Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования подходов к оценке драпируемости тканей является разработка методов, основанных на применении технологий 3D-сканирования. Подобные методы позволяют получить более информативные характеристики драпируемости по сравнению со стандартными методами, так как они способны выявить различия в характере драпируемости различных проб при одинаковом коэффициенте драпируемости. В связи с этим осуществлена разработка методика оценки драпируемости с использованием портативного 3D-сканера ARTEC SPIDER в условиях Научно-технического парка Витебского государственного технологического университета.

Особенностью методики является то, что в результате статистической обработки данных, полученных при сканировании, определяются коэффициенты моделей, описывающих поверхность драпированной пробы. Предложен вид модели, описывающей поверхность драпированной пробы в полярных координатах, которая может быть построена в результате статистической обработки данных 3D-сканирования

$$R_d(\varphi, H) = (a_0 + a_1 \cdot H) + (a_2 + a_3 \cdot H) \cdot \left( \frac{1 + \sin(n \cdot \varphi + \Delta\varphi_1)}{2} \right)^{(a_4 + a_5 \cdot H)} + (a_6 + a_7 \cdot H) \cdot \left( \frac{1 + \sin(2 \cdot \varphi + \Delta\varphi_2)}{2} \right)^4, \quad (1)$$

где  $R_d$  – расстояние от оси опорного диска до точки на поверхности драпированной пробы, мм;  $H$  – расстояние от точки на поверхности драпированной ткани до опорного диска, мм;  $\varphi$  – угол, отложенный от направления основы по часовой стрелке;  $n$  – количество складок;  $\Delta\varphi_1$  и  $\Delta\varphi_2$  – начальные фазы периодических составляющих формулы (1).

В качестве критериев при оценке драпируемости предложено использовать не только традиционные показатели (коэффициент драпируемости и количество складок), но и дополнительные характеристики – коэффициент детерминации  $R^2$ , характеризующий соответствие регрессионной модели (1) экспериментальным данным, и показатель анизотропии драпируемости, рассчитываемый, как соотношение параметров модели, описывающей ее тень.

С учетом повышенной жесткости льняных тканей особое внимание уделяется процессам их заключительной отделки, в результате которых ткани умягчаются, а драпируемость повышается. В связи с этим предложено в качестве одного из направлений использования планируемых результатов

диссертационной работы рассматривать определение рационального метода заключительной отделки льняных и льносодержащих тканей, обеспечивающего их наилучшую драпируемость.

В работе с целью получения образцов ткани с различной драпируемостью базовые образцы тканей подвергали трем вариантам отделки:

1.Обработка мягчителем TUBINGAL SMF производства фирмы СНТ.

2.Стирка с добавлением ферментного препарата ЭНЗИТЕКС ЦКП производства ООО «Фермент» и последующем полоскании в мягчителе TUBINGAL SMF.

3.Стирка с добавлением ферментного препарата Vactosol фирмы Archroma и последующим полосканием в мягчителе TUBINGAL SMF.

Применение ферментных препаратов относится к биохимическим методам обработки. Действие ферментов заключается в направленной очистке волокон от естественных примесей, а также в смягчении тканей, полировке их поверхности, усилении эффектов отбеливания. В связи с этим высказано предположение о том, что сочетание в процессе отделки мягчителя TUBINGAL SMF с ферментными препаратами позволит повысить эффективность процессов и, как следствие, улучшить драпируемость тканей.

В качестве объектов исследований были выбраны 5 артикулов льняных и полульняных тканей разного состава, структуры и поверхностной плотности. Результаты сканирования ткани полотняного переплетения до и после отделки представлены на рис. 1.

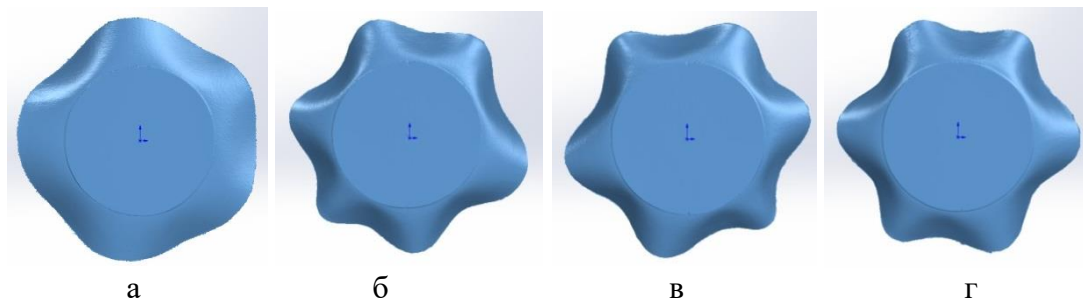


Рисунок 1 – Результаты сканирования проб ткани полотняного переплетения  
а – до отделки, б – после отделки (вариант 1),  
в – после отделки (вариант 2), г – после отделки (вариант 3)

В процессе отделки по всем исследованным технологиям произошло снижение жесткости образцов тканей в диагональном направлении более чем в 2 раза. Из-за этого коэффициент драпируемости уменьшился на 30 - 35 %, а количество складок увеличилось с 5 до 6. При этом различия в значениях коэффициента драпируемости умягченных образцов незначительны, что не позволяет осуществлять выбор технологии отделки по результатам их сопоставления.

Исследования показали, что предложенная модель с достаточно высокой точностью описывает форму поверхности драпированной ткани полотняного переплетения, причем адекватность модели повышается при снижении жесткости ткани. Так, для умягченных образцов исследованных тканей полотняного переплетения коэффициент детерминации регрессионной модели, описывающей сечение пробы, достигает 0,78, в то время как для неумягченных образцов он составлял 0,61 и 0,67. Наиболее существенным фактором, оказывающим влияние на коэффициент детерминации для тканей полотняного переплетения, является их жесткость в диагональном направлении, с увеличением которой снижается закономерность формирования складок. При этом жесткость тканей по основе и по утку также оказывают влияние на данный показатель.

Установлено, что для тканей сложных структур коэффициент детерминации регрессионной модели не зависит от их жесткости в диагональном направлении. Однако с



увеличением жесткости ткани в диагональном направлении повышается анизотропия ее драпируемости (коэффициент корреляции  $r = 0,83$ ).

Доказано, что информации о жесткости тканей сложных структур не достаточно для прогнозирования их драпируемости, а применение 3D-сканирования с последующей обработкой результатов позволяет получить комплекс показателей, характеризующих драпируемость тканей, которые могут быть использованы для выбора рационального варианта заключительной отделки, в результате которой происходит их умягчение.

УДК 621.793

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОУГЛЕРОДНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

<sup>1</sup>Ванюк Э.А., <sup>1</sup>Соколов И.О., <sup>1</sup>Леванцевич М.А., <sup>2</sup>Газбан Задех Э.Х., <sup>3</sup>Куис Д.В.

<sup>1</sup>*Белорусский Национальный Технический Университет*

<sup>2</sup>*ИЧПТУП «Бел Пека Пэйнт»*

*e-mail: ehsanghazbanzadeh@gmail.com*

<sup>3</sup>*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»*

**Summary.** *One of the main tasks in mechanical engineering is to reduce costs and increase the resource of parts of friction units. One of the ways to solve this problem is the application of thermal gas composite coatings. This research was carried out in the "Industrial research laboratory of plasma and laser technologies" (BNTU) to develop the technology for the introduction of nanocarbon components into self-fluxing alloys using thermal composite coatings. As a result, our work showed that the laser reflow of coatings with a 10% addition of nanocarbon components increases the microhardness up to 1.6 times, and also reduces the friction coefficient up to 5 times.*

В современном машиностроении постоянно повышаются требования к надежности и эффективности новых машин и механизмов, ресурсы работы которых во многом зависят от долговечности и безотказности разнообразных узлов трения. Такие узлы трения пытаются изготавливать из дорогостоящих легированных сталей, обработка которых энергозатратна (в Республике Беларусь такие детали являются статьей импорта).

Существуют различные способы повышения ресурса деталей машин в парах трения. Можно использовать втулки и вкладыши, которые участвуют в трибосопряжении с опорными поверхностями валов, однако, такие детали экономически не эффективно восстанавливать традиционными способами (наплавка, пластическая деформация, методы литья). Один из вариантов восстановления трибопары – изготовление новой детали, но здесь возникает дополнительная статья расхода на материал заготовки (отливки, поковок и прокат).

Одной из основных задач в машиностроении для научных работников, технологов и конструкторов является задача снижения затрат и повышение ресурса деталей узлов трения. Одним, если не основным, из способов решения этой задачи является нанесение газотермических композиционных покрытий (ГКП). Но и эта технология уже не новая и разработана еще в 80-х годах прошлого века, но в 90-х годах развитие этой технологии, на постсоветском пространстве, замедлилось. За рубежом данные технологии развивались стремительными темпами и на 2020 год все зарубежные установки снабжены программным обеспечением, что позволяет получать газотермические композиционные покрытия с высокими эксплуатационными характеристиками (здесь значительную роль также имеют новые порошковые материалы). Поэтому для создания конкуренции на рынке, необходимо

усовершенствовать уже существующие порошковые материалы за счет внедрения новых композиционных материалов, в том числе наноматериалы, к таким материалам можно отнести и фуллерены.

В настоящий момент нет промышленных производств и технологий, в которых бы широко применялись фуллерены, в связи с тем, что они по-прежнему имеют высокую стоимость и под словом фуллерен обычно имеют в виду чистый  $C_{60}$  и  $C_{70}$ , либо смесь фуллеренов, забывая о том, что есть высшие фуллерены и другие углеродные nanoобразования. Интересным заменителем фуллеренам является дуговая углеродная сажа, которая является более дешевым материалом [1, стр. 245]. В такой саже кроме фуллеренов имеются другие нанокластерные углеродные структуры, так что такая сажа называется новым нанокластерным материалом [2, стр. 84].

На базе ОНИЛ «Плазменных и лазерных технологий» (БНТУ) разрабатываются технологии внедрения наноуглеродных компонентов в самофлюсующиеся сплавы и материалы для ГКП.

Проанализированы и выбраны методики и оборудование для подготовки образцов и проведения исследований. Изготовлены образцы, оснастка и приспособления для проведения исследований физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик композиционных покрытий при добавке наноуглеродных компонентов в покрытия системы Ni-Cr-B-Cr, производился анализ изменений структурных составляющих поверхностных слоев, на основании анализа проведенных исследований, выдвинуты предположения о влиянии наноуглеродных компонентов на физико-механические свойства ГКП.

Методами световой микроскопии с микрорентгеноспектральным анализом, методами измерения микротвердости и триботехнических характеристик были исследованы структурное состояние и показатели механических и триботехнических свойств образцов с разработанными композиционными материалами (до 10% фуллереновой сажи), нанесенных газопламенным способом с лазерным оплавлением.

Исследования показали, что внедрение наноструктурированного углерода снижает пористость покрытий. Микрорентгеноспектральный анализ установил 100% содержание углерода в порах покрытия, которые возникают в этом же порошке без добавок нануглерода. При добавке наноуглеродных компонентов, вероятно, такие частицы выполняют роль уплотнителя.

Исследования показали, что лазерное оплавление покрытий с 10% добавкой наноуглеродных компонентов повышают микротвердость у следующих покрытий: ПГ-СР4 (основной материал) - в 1,4 раза, ПР-Х4ГСР (основной материал) - в 1,3 раза и ПТ-ЮНХ16СР3 (основной материал) - в 1,6 раза.

Результаты исследований на коэффициент трения показали, что внедрение наноуглерода снижает коэффициент трения у образцов следующих композиционных покрытий: ПР-Х4ГСР (основной материал) - в 5 раз, ПГ-19М-01 (основной материал) - в 4,8 раза и ПТ-ЮНХ16СР3 (основной материал) - в 1,7 раза.

### *Литература*

1. С.Д. Куш, Н.С. Куюнко. Фуллереновая чернь: строение, свойства и применение // Журнал общей химии. 2011. Т.81 Вып. 2;
2. Е.А. Грузинская, В.А. Кескинов, М.В. Кескинова, К.Н. Семенов, Н.А. Чарыков. Фуллереновая сажа электродугового синтеза //НАНОСИСТЕМЫ: ФИЗИКА, ХИМИЯ МАТЕМАТИКА, 2012, 3 (6), С. 83-90.
3. Ефремов С. Ю. Повышение ресурса поршневых компрессионных колец при изготовлении сменно-запасных частей в судоремонте: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Новгород, 2005. — 19 с.

4. О.П. Горелик, Г.А. Дюжев, Д.В. Новиков, В.М. Ойченко, Г.Н. Фурсей /Кластерная структура частиц фуллерерносодержащей сажи и порошка фуллеренов  $C_{60}$  // Журнал технической физики — 2000. — том 70. — вып. 11. Стр. 118-125.

5. В.Ф. Мастеров, / Физические свойства фуллеренов // Соровский образовательный журнал, — №1 — 1997. Стр. 92-99.

6. В.И. Бородин, В.А. Трухачева / Термическая устойчивость фуллеренов // Письма в ЖТФ, — 2004, — том 30, — вып. 14, Стр. 53-55.

7. Исакаев Э. Х., Гусев В. М., Мордынский В. Б. Повышение ресурса деталей с газотермическими покрытиями нефтепромышленного оборудования // Технология машиностроения. — 2008. — № 12. — С. 18-22.

УДК 621. 74

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОГНЕУПОРНЫХ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

*ХОУ ЯБО, Николайчик Ю.А.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: yuni@bntu.by; e-mail: houyabo@gmail.com.*

**Summery:** *This article shows the research results of new highly-refractory powder coatings technology which make possible to increase the efficiency to prevent of the cast defects formation and intend to use in foundry for produce high-quality castings.*

В литейном производстве невозможно переоценить важность и необходимость применения различного рода покрытий при получении качественных отливок. Хорошо известно, что использование различных видов покрытий позволяет создать на границе раздела «металл-форма» барьер с высоким термическим сопротивлением, который в свою очередь позволяет существенно снизить «тепловой удар», испытываемый литейной формой в периоды заливки ее расплавом и кристаллизации. Также известно, что такие «термические удары» вызывают образование различного рода дефектов поверхности отливок (пригар, просечки, ужимины, раковины и др.), в тоже время покрытия позволяют существенно уменьшить вероятность образования таких дефектов, а их компетентное применение полностью исключить. Традиционно в литейном производстве используются покрытия, которые в готовом представляют собой суспензии, включающие следующие основные составляющие: наполнитель, связующие, растворитель (вода или спирт) и различные вспомогательные добавки-модификаторы. После нанесения покрытия на поверхность литейной формы или стержня процесс создания защитного слоя заключается в переходе жидкообразной системы в твердое состояние в результате естественного или принудительного удаления растворителя. В этот период формируется прочность противопригарного покрытия.

В рамках настоящей работы выполнены исследования, направленные на разработку новой технологии получения и применения высокоогнеупорных порошковых покрытий, нанесение которых на литейную форму осуществляется электростатическими методами, а формирование прочности (отверждение) происходит за счет полимеризации при нагреве термореактивных смол (связующих) входящих в их состав.

Основные этапы исследований состояли в изучении способности покрытий формировать на поверхности стандартных образцов защитный слой необходимой толщины; исследовании и выявлении закономерностей формирования прочности высокоогнеупорных порошковых покрытий (на истирание); исследовании адгезионной способности высокоогнеупорных порошковых покрытий; разработке оптимальных режимов и параметров процесса нанесения (электростатической

окраски) литейных форм и стержней. Приготовление высокоогнеупорных порошковых композиций проводили в лабораторном экструдере по заранее рассчитанной рецептуре (рисунок 1). В процессе приготовления одновременно с перемешиванием высокоогнеупорный наполнитель проходил стадию плакирования термореактивным связующим. После этого полупродукт (однородная композиция высокоогнеупорного наполнителя и связующего в виде пластин) подвергалась помолу и рассеиванию на фракции. Грубодисперсная фракция (более 70мкм) возвращалась в атритор для повторного помола. Далее высокоогнеупорные порошковые покрытия использовались для проведения испытаний.



Рисунок 1 – Лабораторный экструдер для приготовления высокоогнеупорных порошковых покрытий

Для приготовления покрытий использовали порошкообразные высокоогнеупорные наполнители (дистен-силлиманит и скрытокристаллический графит), которые традиционно используются при изготовлении литейных покрытий, но в тоже время характеризуются противоположными физико-химическими и электрическими свойствами. В результате исследований для высокоогнеупорных покрытий на основе вышеуказанных наполнителей установлены зависимости (1.1, 1.2) толщины формируемого на поверхности литейной формы высокоогнеупорного слоя покрытия  $\delta$  (мм) от силы тока ( $I$ , мА), адгезии ( $A$ , баллы) высокоогнеупорного покрытия к стандартным образцам (зависимости 1.3, 1.4), а также прочности на истирание ( $\Pi$ , кг/мм) от содержания ( $C$ , %) полиэфирной смолы (зависимости 1.5, 1.6)

$$\delta_d = 1,4143 \cdot I^2 + 73,329 \cdot I + 19, \quad (1.1)$$

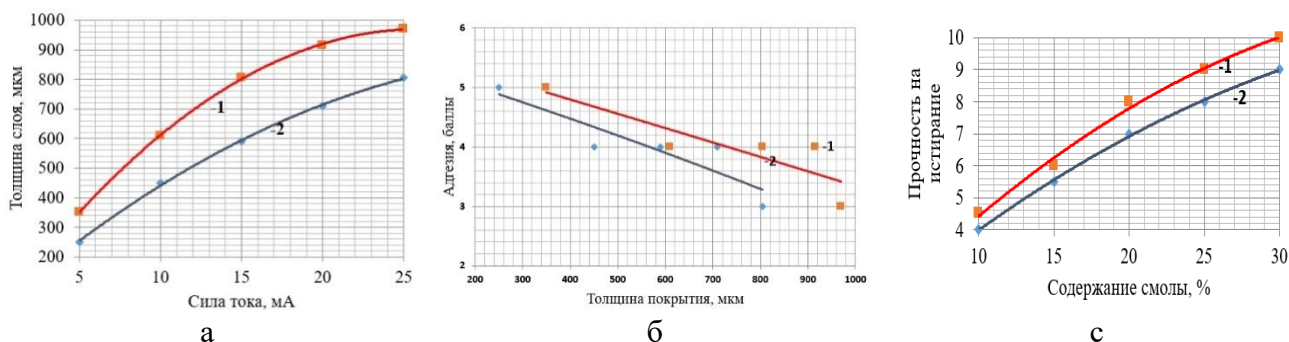
$$\delta_r = 0,6571 \cdot I^2 + 47,114 \cdot I + 35, \quad (1.2)$$

$$A_d = 0,7 \delta^2 - 0,0025 \delta + 5,5267, \quad (1.3)$$

$$A_r = 0,8 \delta^2 - 0,0024 \delta + 5,7479, \quad (1.4)$$

$$\Pi_d = 0,0057C^2 + 0,5086C - 0,1, \quad (1.5)$$

$$\Pi_r = 0,0043C^2 + 0,4214C + 0,2, \quad (1.6)$$



1 – покрытие на основе скрытокристаллического графита;  
2 – покрытие на основе дистен-силлиманита

Рисунок 2 – Графические зависимости формирующейся толщины слоя, адгезии и прочности прорытия

Результаты исследований показывают (рисунок 2), что определяющим параметром при формировании слоя покрытия заданной толщины является сила тока, которая в свою очередь определяет напряженность электростатического поля, где частицам покрытия сообщается электростатический заряд. Установлено, что при увеличении силы тока от 5 до 25 мА толщина слоя увеличивается от 250 мкм до 805 мкм для покрытия на основе дистен-силлиманита и от 350 мкм до 970 мкм для скрытокристаллического графита. Также установлено, что при увеличении толщины слоя от 250 мкм до 805 мкм адгезионные свойства ухудшаются с 5 до 3 баллов для обоих типов покрытий. Определяющим параметром при формировании прочности высокоогнеупорного покрытия является содержание полиэфирной смолы в его составе. Полиэфирная смола обеспечивает неразрывную связь между собой частичек высокоогнеупорного наполнителя и тем самым оказывает влияние и на другие прочностные характеристики. Установлено, что при увеличении процентного содержания полиэфирной смолы от 10 до 30% прочность на истирание пропорционально увеличивается от 4 кг/мм до 9 кг/мм для покрытия на основе дистен-силлиманита и от 4,5 кг/мм до 10 кг/мм для скрытокристаллического графита.

УДК 621.9.047.7:621.923

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ СТАЛЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА

*Нисс В.С., Королёв А.Ю., Янович В.А.*  
*Белорусский национальный технический университет*

**Summary.** *The results of modeling the current density distribution during electrochemical polishing of steels with a high carbon content using electrolytes based on organic solvents are presented.*

Для решения проблемы качественного электрохимического полирования сталей с повышенным содержанием углерода нами разработан способ, который заключается в применении импульсного технологического тока и использовании в качестве электролитов безводных или маловодных растворов на основе органических растворителей. Электропроводность таких электролитов обычно на 1–2 порядка ниже электропроводности водных растворов [1]. По результатам исследований разработанного способа установлены электролиты и режимы электрохимического полирования сталей машиностроительного назначения с повышенным

содержанием углерода таких как 45, 65Г и У10А, обеспечивающие высокие показатели качества поверхности (низкое значение шероховатости обработанной поверхности и высокая отражательная способность).

В работе приводятся результаты моделирования распределения плотности тока при электрохимическом полировании сталей с повышенным содержанием углерода в электролите на основе органических растворителей.

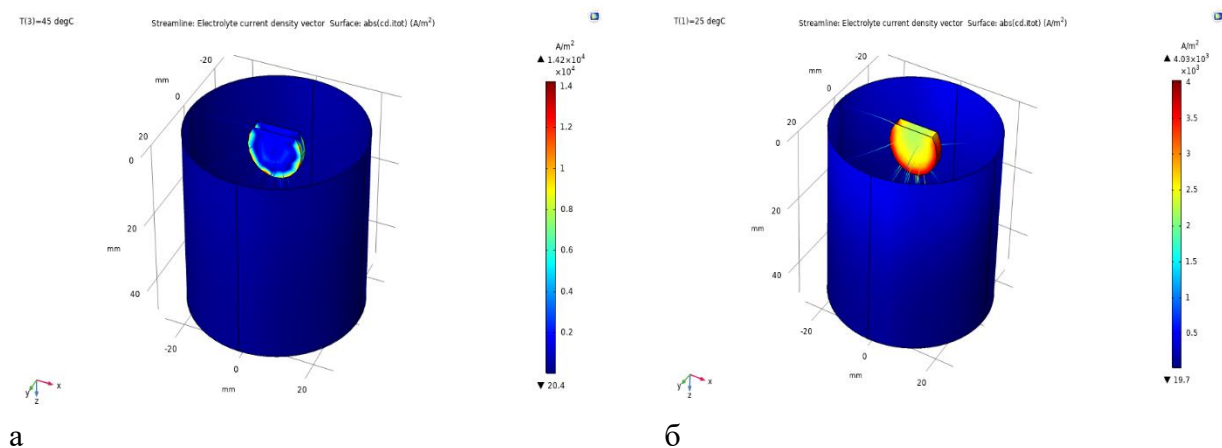
Одним из наиболее важных аспектов в геометрии электрохимических ячеек является распределение плотности тока в электролите и электродах. Неравномерное распределение плотности тока может быть вредно для электрохимических процессов. Во многих случаях части электрода, которые подвергаются высокой плотности тока, обрабатываются с большей скоростью и неравномерно. Знание текущего распределения плотности тока также желательно для оптимизации потребления энергии. Излишне высокие перенапряжения приводят к потерям энергии и, возможно, нежелательным побочным реакциям, также могут быть другие эффекты, которые необходимо минимизировать. Электролитическое полирование сопровождается изменениями анодного потенциала во время процесса в соответствии с преобладающей на отдельных участках полируемых изделий плотностью тока. Такое распределение тока с точки зрения равномерности съема было бы наименее желательным.

В данном исследовании моделируются первичное и вторичное распределение плотности тока в электрохимической ячейке, разработанной для исследования влияния геометрических особенностей анода и характеристик применяемых электролитов на распределение плотности тока. Для создания модели использована программа Comsol 5.4.

Модель создается с использованием интерфейса вторичного распределения тока с постоянной проводимостью электролита 0,14 См/см. Кинетика анода определяется с помощью экспериментальных данных поляризации, зависящие как от потенциала электрода, так и от температуры, как показано на рис. 2. Средняя плотность тока 3000 А/м<sup>2</sup> используется для анода. Предполагается, что кинетика катода (выделение водорода) очень быстрая, так что можно использовать условия первичного тока. Потенциал катода установлен на 0 В.

Кинетика анода определяется с помощью экспериментальных данных поляризации, зависящие как от потенциала электрода, так и от температуры. Средняя плотность тока 3000 А/м<sup>2</sup> используется для анода. Предполагается, что кинетика катода (выделение водорода) очень быстрая, так что можно использовать условия первичного тока. Потенциал катода установлен на 0 В.

Задача решается с помощью стационарного исследования с вспомогательной разверткой, используемой для температур 25 °С, 35 °С и 45 °С. Для моделирования принимались образцы из стали У10А в виде дисков диаметром 16 мм и толщиной 3 мм. Образцы погружались в электролит частично. Площадь погружаемой части образцов составляла 5 см<sup>2</sup>. Для поддержания плотности тока 3000 А/м<sup>2</sup> рабочее напряжение регулировалось в пределах 0–15 В. На основании определенной конфигурации строится расчетная сетка конечных элементов для всех частей модели. Полученные результаты моделирования для первичного распределения плотности тока представлены на рис. 1.



*а – первичное распределение; б – вторичное распределение*

Рис. 1. Результаты моделирования для первичного и вторичного распределения плотности тока

По результатам выполненного моделирования установлено, что при обработке в электролите состоящем из 20 % (масс.) раствора хлорной кислоты в растворителе на основе ледяной уксусной кислоты при температуре 25–45 °С и описанном расположении анода и катода, возникает неравномерное распределение плотности тока в электролите у поверхности анода и существенная ее зависимость от температуры электролита. Разница плотности тока между кромкой образца и его средней частью составляет до 0,2 А/см<sup>2</sup>. При более высокой температуре электролита происходит преимущественное увеличение плотности тока на кромке погруженной части анода до 0,44 А/см<sup>2</sup> при 45 °С по сравнению с 0,40 А/см<sup>2</sup> при 25 °С. При 25 °С также наблюдается более равномерное распределение плотности тока по поверхности детали. Сравнение результатов моделирования первичного и вторичного распределения плотности тока показывают, что рассчитанная первичная плотность тока 0,145 А/см<sup>2</sup> не соответствует экспериментальным данным.

### Литература

1. Применение электролитов на основе органических растворителей для электрохимического полирования сталей с повышенным содержанием углерода / В.С. Нисс, Ю.Г. Алексеев, В.А. Янович // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25-26 апреля 2019 г. / редкол.: М.Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: БРУ, 2019. – С. 144–145.

2. Разработка процессов электрохимического полирования, глянцеваания и удаления заусенцев на сталях машиностроительного назначения с высокой концентрацией углерода в многокомпонентных электролитах на основе органических растворителей / В. С. Нисс и др. // Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы, сварка: сб. докл. 11-го междунар. симп., Минск, 10-12 апреля 2019 г. / НАН Беларуси [и др.] редкол.: А. Ф. Ильющенко (гл. ред.) [и др.]. - Минск: Беларуская навука, 2019. – С. 63–66.

## ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОЛЁТНОЕ СТРОЕНИЕ МОСТА

Ходяков В. А.

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: xva609@gmail.com*

**Summary.** *The article discusses the results of data collection and analysis of dynamic effect from moving load on the bridge span in the zone of the expansion joint.*

В настоящее время одна из проблем надёжности мостовых сооружений на территории Республики Беларусь — это конструктивная целостность узла устройства деформационного шва. Этот узел сам по себе является источником достаточно серьёзных динамических воздействий.

Основное динамическое воздействие возникает за деформационным швом по ходу движения транспорта. Неровности деформационного шва являются причиной возникновения колебаний подвески автомобиля. Это наводит на мысль о том, что динамическое воздействие на пролётное строение в начале и в конце моста будет отличаться. Так как в начале моста (по ходу движения) колебательные движения подвески совершает на пролётном строении, а в конце моста на подходе.

Для проверки этой особенности, выполнялась запись виброскорости пролётного строения одного из мостов на Минской кольцевой автодороге. Датчики устанавливались на ребро балки под колёй движущейся нагрузки в непосредственной близости от узла опирания балки и устройства деформационного шва. Измерения проводились последовательно.

В результате были получены осциллограммы виброскорости от десятков случаев загрузки в естественных условиях эксплуатации сооружения. Заметно что первое вступление колебаний виброскорости в начале моста (Рис. 1) имеет положительное значение, а в конце (Рис. 2) — отрицательное. Это обусловлено тем что в начале моста колесо наезжает на пролётное строение и движется вместе с ним вниз, а в конце — съезжает и движется вверх.

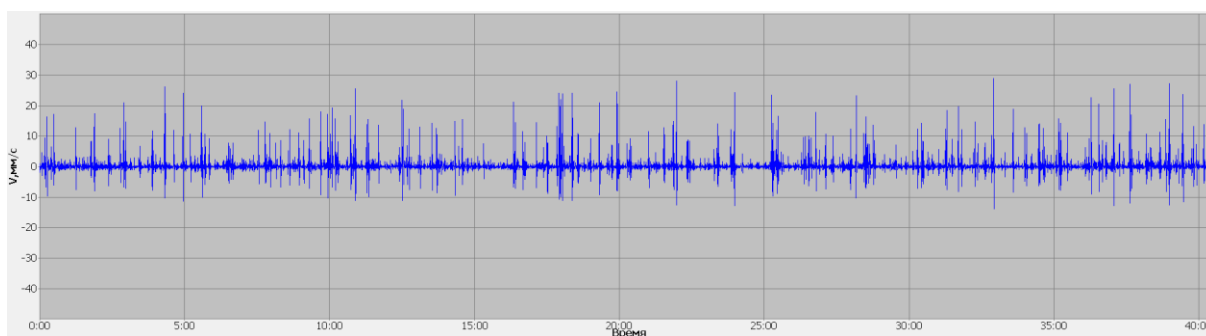


Рисунок 1 – Осциллограмма в начале моста



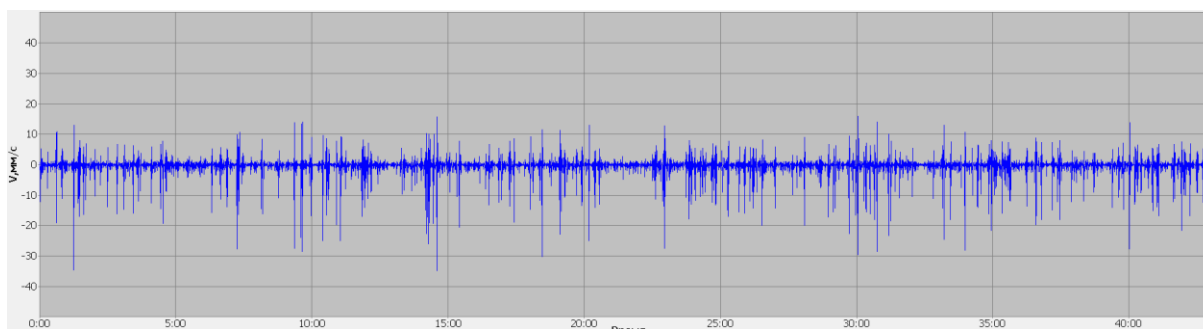


Рисунок 2 – Осциллограмма в конце моста

В результате анализа было установлено, что величина половины амплитуды первого вступления, с учётом массы движущегося автомобиля, несколько выше в начале моста, нежели в конце. Это обусловлено тем что силы инерции, действующие на подрессоренную часть автомобиля, в начале моста действуют на само пролётное строение, а в конце моста на конструкцию шкафной стенки и переходной плиты, которая жёстче и не так подвержена динамическим воздействиям.

Результаты испытаний подтверждают теорию о том, что наиболее интенсивное динамическое воздействие возникает в начале моста по ходу движения автомобиля. Таким образом можно заключить что наиболее удачным местом устройства деформационного шва является конец моста по ходу движения автотранспорта по проезжей части.

УДК 621.791.72

## КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ПАЙКИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

<sup>1</sup>Горанский Г.Г., <sup>2</sup>Поболь А.И.

<sup>1</sup> Научно-технологический парк БНТУ "Политехник"

<sup>2</sup> Физико-технический институт НАН Беларуси

e-mail: georggoran@rambler.ru

Для моделирования влияния высокоэнергетического воздействия на структуру обрабатываемой детали выбран метод термодинамического конечно-элементного анализа. Моделировали условия наиболее близкие к реальным процессам, происходящим при электронно-лучевой обработке (ЭЛО) поверхности без оплавления. За основу взяты экспериментальные данные. Считалось, что вся энергия луча тратится на нагрев, а затем для корректировки результата применялся коэффициент, учитывающий особенности взаимодействия луча с поверхностью детали. При моделировании сделан ряд допущений:

-энергия, затрачиваемая и высвобождаемая во время фазовых переходов в материалах, во время нагрева и охлаждения не учитывалась;

-пучок электронов представлялся как равномерный тепловой поток по всей обрабатываемой поверхности, т.е. допускалось идеально равномерное сканирование всей обрабатываемой зоны;

-влиянием излучения нагретой детали и теплопередачи в оснастку в связи с быстрым протеканием процесса решено пренебречь.

ЭЛО образцов материалов выполнялась на базе установки с энергоблоком ЭЛА-15 с вакуумом в рабочей камере  $10^{-2}$  Па. Система управления электронным лучом позволяла реализовывать ЭЛ воздействие на материалы в режимах точечного нагрева с высокой

плотностью энергии (до  $10^5$  Вт/см<sup>2</sup>), нагрева расфокусированным лучом, линейного перемещения луча без сканирующей развертки, сканирования луча по заданной траектории.

Эффективность ЭЛ нагрева экспериментальных образцов из стали У8 оценивали с применением различной плотности энергии электронного пучка (таблица ). В центре образца с размерами 30x30x20 мм зачеканивалась хромель-алюмелевая термопара, значения температуры записывались с помощью шлейфового осциллографа. Электронный луч диаметром 1 мм разворачивался в зону нагрева прямоугольной формы. Тепловой поток направлялся на центральную область образца размерами 10x10 мм<sup>2</sup>. Мощность и плотность энергии ЭЛ нагрева регулировалась изменением тока луча.

Таблица 1 – Режимы ЭЛ обработки экспериментальных образцов из стали У8

№ кривой	1	2	3	4
$q_{эл}$ , Вт/см <sup>2</sup>	848	1357	1683	2255
$t_n$ , с	14,0	10,0	6,0	2,4

Удельная мощность  $q_{эл}$  воздействия рассчитывалась как  $q_{эл} = U \cdot I / F$ ,

где  $U$  – ускоряющее напряжение в ЭЛ пушке (использовалось постоянное значение, равное 60 кВ),  $I$  – ток луча,  $F$  - площадь нагрева на поверхности образца.

Теплофизические свойства стали У8, заложенные в модель, в таблице 2. Экспериментальное время воздействия соответствовало таблице 1.

Таблица 2 – Теплофизические свойства стали У8

Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·°С)
20	53	7839	452
100	49	7817	477
200	46	7786	511
300	42	7752	528
400	38	7714	548
500	35	7676	565
600	33	7638	594
700	30	7600	624
800	24	7552	724

Удельная мощность потока подбиралась так, чтобы график изменения температуры, полученный КЭ моделированием максимально совпал с экспериментальным. Внимание уделялось как конечной температуре образца, являющейся показателем количества энергии, поступившей в образец, так и максимальной температуре нагрева образца. В результате КЭ моделирования получены диаграммы распределения температур в различные моменты времени (рис. 1). Очевидно значительное влияния геометрии обрабатываемой детали и продолжительности воздействия на характер распространения тепла.

Совмещенные графики температур экспериментальных образцов и результатов конечно-элементного (КЭ) моделирования представлены на рис. 2. Цифрами со штрихами обозначены смоделированные кривые 1-4 таблицы 1. Неполное соответствие экспериментальных и расчетных данных объясняется следующими причинами:

- усредненным значением площади облучаемой поверхности в модели (в реальных экспериментах площадь находилась в диапазоне 0,7-1,1 см<sup>2</sup>);
- наличием потери энергии излучения с поверхности нагреваемого тела в реальных экспериментах, не учитываемого при моделировании;
- некоторым несоответствиям реальным используемым в модели теплофизическим свойствам.

Максимальное расхождение в 240 °С наблюдалось для участка нагрева между кривыми 2 и 2'. Расхождения экспериментальных и моделируемых кривых на участках максимальных и установившихся температур не превысило 35 °С, что составило 14% от экспериментальных значений.

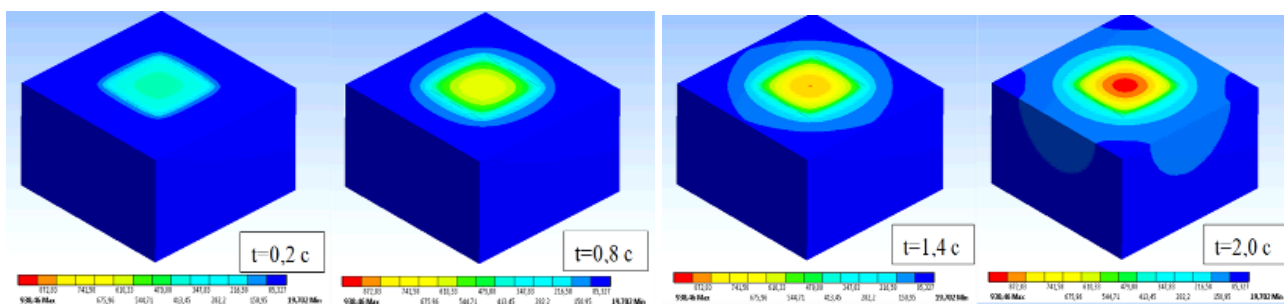


Рис. 1- Временные диаграммы распределения температур

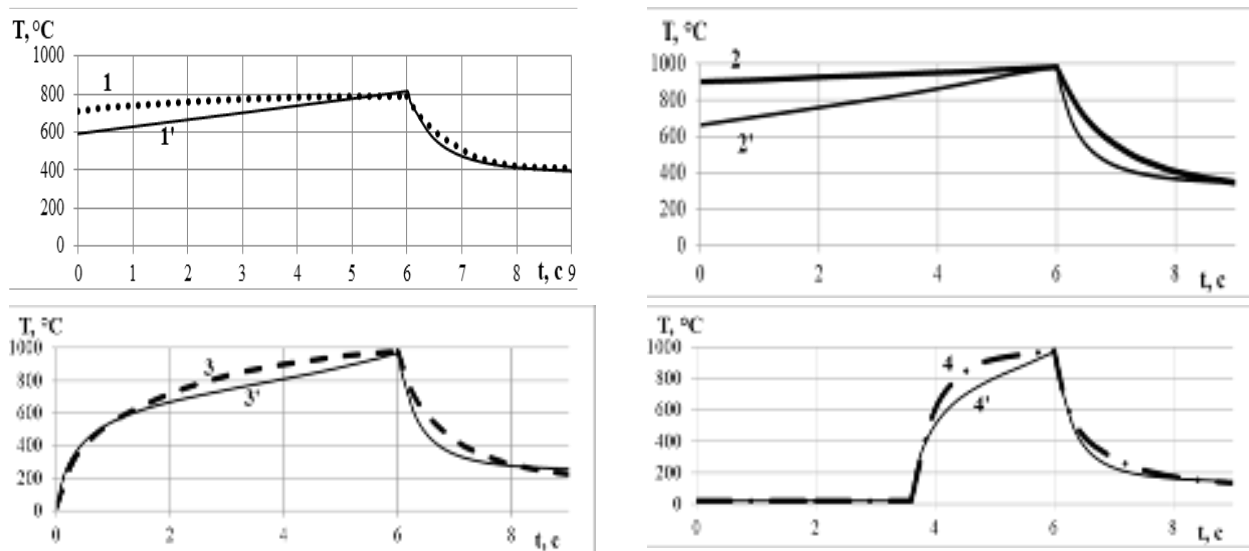


Рис. 2 – Распределение температур образцов (эксперимент и КЭ моделирование)

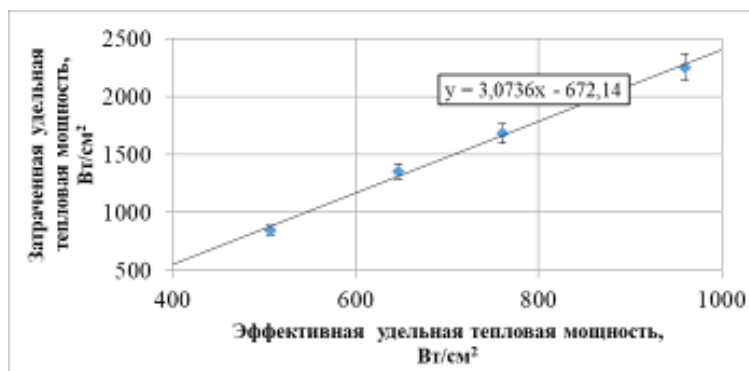


Рис. 3 – Соотношение эффективной и затраченной удельных тепловых мощностей

На рис. 3 дана зависимость эффективной удельной тепловой мощности от затраченной. Ее можно считать линейной, а пересчет проводить, пользуясь уравнением для линии тренда:  $Q_{уд.зат.} = 3,1 \times Q_{уд.эфф.} - 672$ .

Разработанная методика моделирования использована для расчета приближенных энергетических параметров процесса ЭЛО: его режимов и циклограмм.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО СПЕКАНИЯ

<sup>1</sup>Горанский Г.Г., <sup>2</sup>Поболь А.И.

<sup>1</sup> Научно-технологический парк БНТУ "Политехник"

<sup>2</sup> Физико-технический институт НАН Беларуси

e-mail: georggoran@rambler.ru

Учет структурных изменений порошкового тела и вытекающие из этого изменения механических свойств производились в рамках многошагового моделирования в соответствии с блок-схемой (рис. 1).

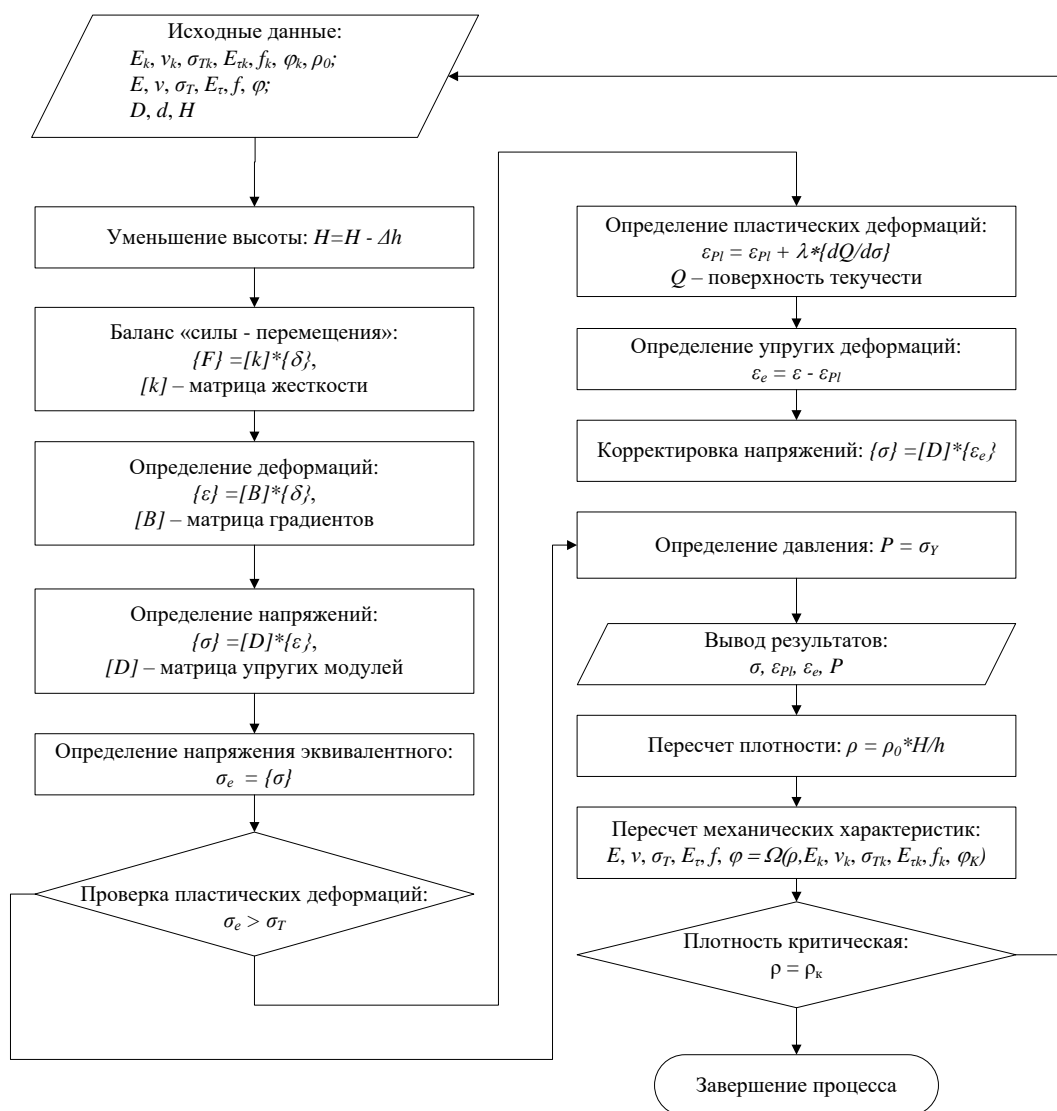


Рис. 1 Блок-схема адаптивного изменения механических свойств порошкового тела

Корректируемые свойства – модуль упругости  $E$ , предел текучести  $\sigma_T$ , коэффициент внутреннего трения  $f$ , удельное электрическое сопротивление  $\tau$ . В качестве опорного параметра для корректировки механических свойств в зависимости от плотности выбрано относительное контактное сечение  $\alpha_k$ , которое характеризует долю материала, оказывающего реальное сопротивление усилию прессования. Это безразмерная величина, численно равная

отношению суммарной проекции межчастичных контактов на плоскость, перпендикулярную направлению усилия прессования  $S_k$ , к номинальной площади прессовки  $S_n$ :

$$\alpha_k = S_k / S_n$$

Через характеристики пористости она определяется как

$$\alpha_k = \vartheta^2 \frac{\ln(\beta_0 \vartheta)}{\ln(\beta_0 \beta^\alpha)}$$

где  $\beta$  – относительный объем,  $\beta_0$  – относительный начальный объем,  $\vartheta$  – относительная плотность.

Показатель  $\alpha$  зависит от формы образующей «приконтактной зоны» – области частицы, непосредственно прилегающей к контакту ее с другой частицей. Если поверхность в этом месте вогнутая,  $\alpha > 1$ , если выпуклая –  $\alpha < 1$ . Характер изменения  $\alpha_k$  близок к параболической зависимости. Для управления кривизной этой зависимости относительное контактное сечение можно дополнить степенной функцией. Таким образом, для определения механических свойств сыпучего материала в зависимости от плотности, принимается выражение следующего вида:

$$M_\vartheta = \alpha_k(\vartheta)^c M$$

где  $M$  – значение свойства материала в компактном состоянии,  $M_\vartheta$  – значение того же свойства того же материала, но в сыпучем состоянии при относительной плотности  $\vartheta$ ,  $c$  – показатель степени, регулирующий кривизну кривой прессуемости.

С учетом относительного контактного сечения может быть рассчитаны напряжения в приконтактных зонах:

$$\sigma_k = \frac{\lambda(\vartheta)\sigma_{II}}{1 - B\lambda(\vartheta)\alpha_k}$$

где  $\lambda(\vartheta)$  и  $B$  – коэффициенты (агрегированные), учитывающие компоненты напряжений, обусловленные действием комбинированной контактной нагрузки, а также дополнительные напряжения:

$$\lambda(\vartheta) = 1 + \operatorname{arctg} \frac{(1 + \alpha)\ln(\beta)}{\ln(\beta_0 \vartheta)}, \quad B = 1 - \frac{f_k}{f_0}$$

После этого определяется давление прессования:

$$p = (1 + f_i \operatorname{tg} \varphi) \sigma_k \alpha_k$$

где  $f_i$  – коэффициент внутреннего межчастичного трения,  $\varphi$  – угол нормального взаимодействия частиц.

Таким образом может быть получено основное уравнение прессования, связывающее давление и плотность среды.

Удельное электрическое сопротивление  $R_{cp}$  корректируется как

$$R = \frac{R_m}{n_k}, \quad n_k = K_x \left\{ 1 - \left[ \frac{1}{\rho_x} \left( \frac{K_x - 1}{K_x} \right)^{2/3} \right]^{2/3} \right\}, \quad K_x = \frac{(0,804 - 1,07 \sin^2 \varphi)}{1 + \frac{d_1}{d_2} - \sqrt{\frac{d_1}{d_2} \left( \frac{d_1}{d_2} + 2 \right)}}$$

где  $R_m$  – сопротивление компактного материала,  $\rho_k$  – коэффициент уплотнения,  $K_x$  – коррекционное число, определяемое средним количеством контактов каждой частицы с окружающими,  $d_1$  и  $d_2$  – диаметры частиц,  $\varphi$  – угол трения.

Внутреннее трение обусловлено контактным взаимодействием частиц и определяется соотношением его составляющих – касательной  $F$ , и нормальной  $P$ :

$$f_i = \frac{F_{ki}}{P_{ki}}, \quad f_i = f_0(1 - B\lambda(\vartheta)\alpha_k)$$

Тепло Джоуля-Ленца, выделяющееся в каждом отдельном элементе при протекании через дисперсную среду электрического тока, определяется формулой:

$$Q_e^J = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\rho] \cdot \{J_{ti}\} \cdot \{J_{ti}\}$$

где  $n$  - количество точек интегрирования,  $\{J_{ti}\}$  - плотность тока в точках интегрирования,  $[\rho]$  - матрица сопротивлений.

Теплообмен на поверхности отдельного элемента описывается выражением:

$$\{Q_e^c\} = \int_S T_B h_f \{N\} ds$$

где  $T_B$  - окружающая температура,  $\{N\}$  - «функция формы» элемента, интерполирующая обобщенные перемещения узлов элемента на его внутренние области,  $h_f$  - коэффициент поверхностного теплообмена, зависящий от температуры порошка (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициент теплообмена порошка на границе с пуансон- электродом при разных температурах

Температура, К	300	500	700	900	1100	1300	1500
Коэффициент $h_f$ , Дж/(м <sup>2</sup> с)	929	1193	1397	1597	1791	1982	2176

Тестовый объект моделирования – цилиндрическая втулка (рис. 2 а), формируемая двусторонним сжатием в матрице с центральным стержнем (рис. б, в). Модель параметрическая – высота  $H$ , внешний и внутренний диаметры  $D$  и  $d$ , а также число слоев прессовки (рис. г) задаются на начальной стадии моделирования.

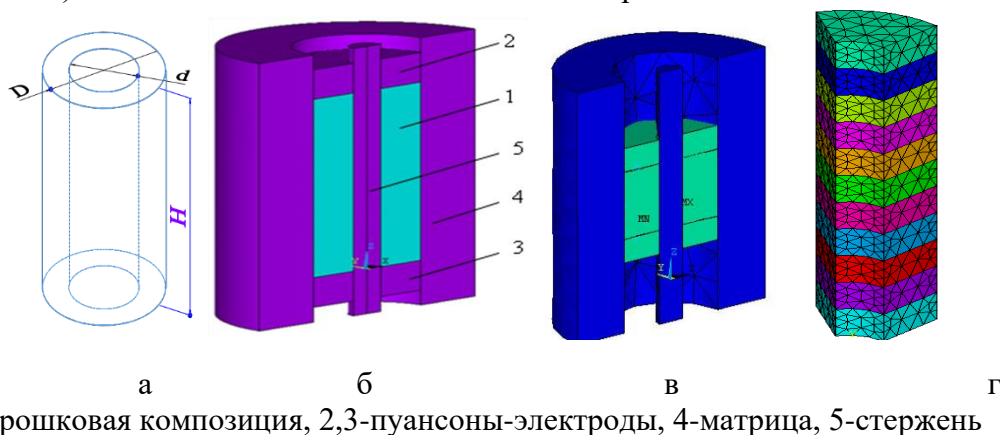


Рис. 2. Тестовый объект (а), структура модели в исходном (б) и терминальном (в) состояниях, многослойная модель дисперсного тела (г)

Моделируемый процесс квазистатический, временной фактор в рамках вычислений не учитывался. Значение имеет плавность перехода из начального состояния в конечное: это плавность изменения свойств и упрощение вычисления баланса нагрузок и перемещений – чем меньше разница между состояниями, тем проще найти баланс при переходе из одного состояния в другое.

Для снижения вычислительных ресурсов при построении модели предпринят ряд упрощений (рис.3). Вместо полноразмерного цилиндра в расчетах используется только сектор и только верхняя половина (рис. 3а). Для узлов на боковых плоскостях сектора определено условие «симметричность» (рис. 3б). Таким образом обеспечивается целостность модели. Матрица и центральный стержень представлены поверхностными (из элементов типа «shell») моделями стенок (рис. 3в). Для узлов этих моделей ограничены все степени свободы, что делает их полностью недеформируемыми. Пуансоны, как таковые, в модели отсутствуют. Вместо них – соответствующие граничные условия (рис. 3г). Узлам верхней грани сообщается перемещение, либо к ним прикладывается давление. К ним также прикладывается электрический потенциал. Для «нижних» узлов определено граничное условие «симметричность». Их электрический потенциал полагается равным «0». Для модели возможно использование элементов типа Solid227 (тетраэдр) и Solid226 (гексаэдр).

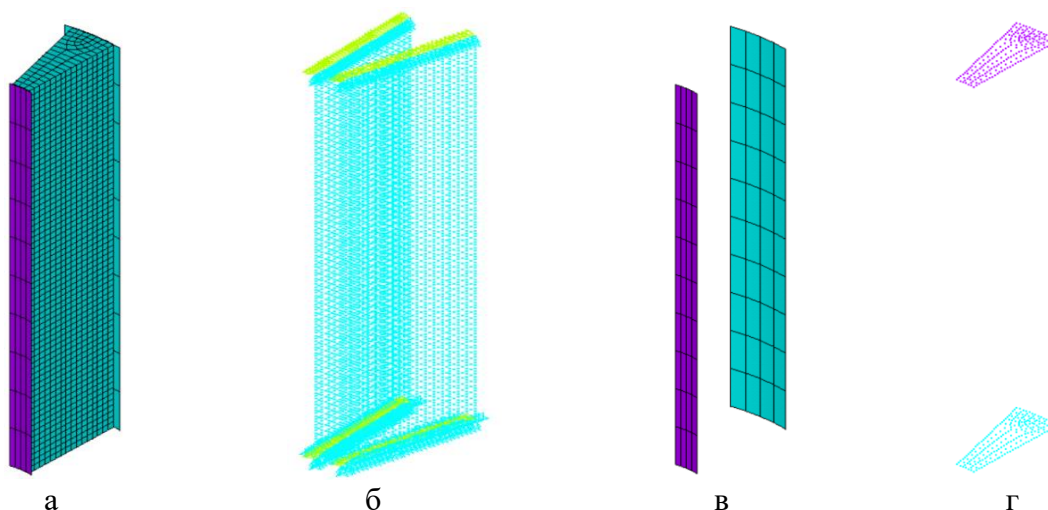


Рис. 3 .Конечно-элементная модель и граничные условия

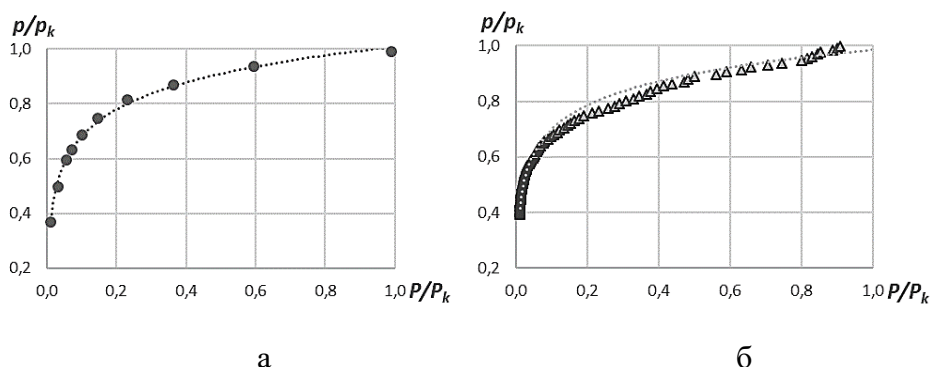


Рис. 4. Кривая прессуемости: а - экспериментальная, б - по результатам вычислений

Комплексную оценку адекватности модели предоставляет кривая прессуемости. Зависимость для расчетной модели близка к экспериментальной (рис. 4), что свидетельствует, что аналитическая модель уплотнения дисперсного материала претендует на сходимость с результатами реального процесса электроконтактного спекания.



## КОЙРОВЫЙ ФИБРОБЕТОН БЕТОННЫЙ КОМПОЗИТ

*Ван Минюань, Ван Сяньпэн, руководитель- Ковшар С.Н. к.т.н, доцент  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: 614124357@qq.com, e-mail: 937958574@qq.com*

**Summary.** *This article summarizes the development and research status of coconut shell fiber, briefly describes the preparation method of coconut shell fiber, and analyzes the performance of the coconut shell fiber cement-based composite material through literature research method and experimental research method, and points out that the material is in stress Application and research value of green building materials in concrete structures.*

**Keywords :** *Coir fiber, concrete composite material, green building materials*

### **Введение**

С конца 1980-х годов инфраструктура Китая быстро развивалась. Всего за несколько десятилетий Китай превратился из сельскохозяйственной социальной группы в диверсифицированное общество промышленности, сельского хозяйства и бизнеса. Высотные здания возвышаются над землей, социальная экономика стремительно развивается, а дороги постепенно продвигаются к благополучному городу. В то же время, рост строительного мусора и захоронений повсюду нанес серьезный ущерб окружающей среде. В начале 21 века президент Си Цзиньпин В руководящих принципах политики зеленого развития, выдвинутых секретарем на пятом пленарном заседании 18-го заседания Центрального комитета Коммунистической партии Китая, прагматично «зеленая вода и зеленые горы - это золотые горы и серебряные горы». Исследования композитных материалов из фибробетона из скорлупы кокосового ореха могут не только удовлетворить инженерные потребности в повышении прочности бетона, но и удовлетворить потребности Национальной партии Призывайте к политике, значит, Ченг должен решить.

### **Краткое введение и статус исследования кокосового волокна**

Койровое волокно является побочным продуктом кокосового ореха. В основном оно распространено в тропических и субтропических регионах и странах, таких как Гуандун, Хайнань, Гуанси, Фуцзянь, Шри-Ланка, Малайзия и Таиланд. Кокосовые пальмы могут получать его без перерыва в течение всего года. Кокосовое волокно - это разновидность натурального растительного волокна, обладающего характеристиками и дружелюбием. Его физические свойства составляют 100-450 мкм в диаметре, 10-25 см в длину и плотность 1,12 г / см<sup>3</sup>. Это длинное волокно с многоклеточной агломерированной структурой[1]. Кокосовое волокно имеет низкую линейную плотность, равномерное распределение по длине, хорошую прочность и низкую цену. Это хорошее натуральное растительное волокно для добавок в композиционные материалы. Армированный волокном кокосового волокна материал имеет большое значение для повышения ударной вязкости и ударопрочности материалов на основе цемента, значительного увеличения энергии разрушения бетона и предотвращения хрупкого разрушения бетона. «Кокосовое волокно» является одним из зеленых волокон. Несмотря на то, что конструкция безопасна, она обладает такими характеристиками, как защита окружающей среды, энергосбережение, переработка отходов, способность к разложению и регенерация. Кокосовое волокно может улучшить характеристики композитных материалов и может использовать его универсальность для разработки и применения экологически чистых строительных материалов. Комбинация «зеленых» волокон и материалов на основе цемента для удовлетворения требований экономики замкнутого цикла и устойчивого развития промышленности строительных материалов является основным направлением развития композитных материалов на основе цемента, армированных волокном, в будущем.

### **Подготовка и применение кокосового волокна.**

Кокосовое волокно прост в изготовлении и является важным натуральным волокном для композитных материалов на основе цемента для добавления производных. Волокно из скорлупы кокосового ореха легко получить. Мы можем использовать методы физической подготовки для получения волокон скорлупы кокосового ореха. Вы можете выбрать ручную, полумеханическую или механизированную обработку; [2] Его также можно приготовить химическими методами, используя раствор NaOH или CaO для замачивания для удаления пектина и воска. Качественно промыть водой и высушить на воздухе. Согласно обзору и статистическим данным, годовой объем производства волокна из скорлупы кокосовых орехов составляет 282000 тонн, а цена составляет 0,5 доллара США за килограмм; [3] оно ярко продемонстрировало его экономическую ценность и статус применения в волокне, и оно стало возобновляемым источником энергии с низким энергопотреблением, в котором срочно нуждаются многие страны мира, Разлагаемые и экологически чистые строительные материалы.

### **Анализ производительности кокосового волокна.**

Путем анализа литературы и анализа экспериментальных данных можно получить, что волокно из скорлупы кокосового ореха может укрепить цемент, улучшение сопротивления и трещиностойкости цементной основы может повысить ударную вязкость и прочность цементного бетона, а добавление волокна скорлупы кокосового ореха в бетон имеет большое значение. Вступая в состав композитного материала на основе цемента, производимого волокном, волокно может эффективно улучшать механические свойства бетонных компонентов, увеличивать прочность цементобетона, а также морозостойкость и водонепроницаемость, а также уменьшать усадку цементной основы и индуцированные микротрещины. На начальном этапе нагружения трещины начинают задерживаться и препятствуют росту средних и микротрещин в основании и со временем становятся основной составляющей внутренней нагрузки. Затем определяют плотность, влагопоглощение, водопоглощение, прочность на сжатие и прочность на разрыв следующим образом для определения «прочности на сжатие и прочности на изгиб композитного материала на основе волокнистого цемента из скорлупы кокосового ореха», Но мы также можем смешивать определенное количество стального волокна и других материалов в качестве структурных несущих компонентов ». Волокно из скорлупы кокосового ореха имеет хорошее влагопоглощение, весовую плотность и прочность на изгиб. Лучше, поэтому мы можем производить его в соответствии с его эксплуатационными характеристиками. Производство легких заполняющих материалов экологически чистые строительные материалы с волокном из скорлупы кокосовых орехов в качестве основной добавки: такие как режущаяся бетонная плита ② древесно-пластиковая композитная плита из кокосового волокна кокосовая волокнистая оболочка из целлюлозного бетона ④ кокосовое волокно огнестойкое и водонепроницаемое кровельное покрытие внутренние стены многоцелевые Доска ⑤ Декоративная гипсовая плита из кокосового волокна ⑥ Изоляционные материалы для наружных стен из кокосового волокна и т.д.

Заключение и перспективы.

В последние годы разработка и использование фиброцемента из скорлупы кокосового ореха и фибробетона китайскими учеными - лишь малая часть. Добавление и использование натурального волокна должно стать новым направлением для энергичного развития инфраструктурных проектов Китая. Как новый тип строительного композитного материала, бетон из кокосового волокна может не только экономить энергию, уменьшать загрязнение и защищать окружающую среду, но также обеспечивает устойчивое развитие цементобетонной промышленности. Таким образом, он может удовлетворить производственные потребности строительной отрасли и способствовать появлению и развитию нового типа индустрии экологически чистых строительных материалов с тысячами вспомогательных продуктов из скорлупы кокосового ореха. Однако с макроэкономической точки зрения, хотя само волокно из скорлупы кокосового ореха имеет такие преимущества, как высокая прочность, модуль упругости, стойкость к кислотной и щелочной коррозии, безопасное использование, низкая цена и т.д. И больше подходит для повышения инженерной прочности, оно также имеет плохую

дисперсию и недостатки низкой прочности связи матрицы и полимеризации волокон требуют дальнейшего изучения и обсуждения многими учеными, чтобы разработать больше новых волоконных продуктов из скорлупы кокосового ореха и новых строительных материалов, которые подходят для строительства инженерных зданий.

### *Литература*

1. K.G.Satynarayana, etc, *Metnllography*, 19:389-400(1986)
2. Kulkarin A G ,Satyanrayana K G,Rohatigi P K.Weibull analysis of strengths of coir fibers[J].*Fiber Science and Technology*, 1983, 19:59-76.
3. Хой Айфа. Характеристики и применение натуральных растительных композитных материалов, армированных органическими волокнами [J.], Гуандунский институт строительных наук.

## **ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT STATUS OF MY COUNTRY'S WIND POWER INDUSTRY AND ITS FUTURE PROSPECTS**

*Jianbo Chen Jiali Zhao Haozhang Li*

*Instructor Ma Mingxu, Associate Professor of School of Mechanical Engineering*

*School of Mechanical Engineering, Northeastern University*

*e-mail: 1719208390@qq.com*

**Summary.** *First, the distribution of wind energy resources in my country is described, and then the development status of onshore wind power and related technologies of wind turbines, as well as the distribution and utilization of coastal wind energy resources are analyzed. Finally, the current problems of wind power generation in my country are analyzed, and the future development of wind power is given an outlook.*

**Keywords.** *distribution of wind energy resources; onshore wind power; coastal wind energy industry; offshore wind power; offshore wind turbine support technology; problems and challenges; prospects*

### 1 Development of onshore wind power

#### 1.1 Development history of land-based wind energy resources

Since the beginning of the new century, my country's wind power industry has continued to develop rapidly. Since 2005, my country's cumulative total installed capacity growth rate has exceeded 100% for six consecutive years. By the end of 2010, my country's total installed wind power capacity had surpassed that of the United States and ranked first in the world [ 6]. In 2009, the "New Energy Industry Plan" was also promulgated, which confirmed that 7 wind power bases with a capacity of 10 million kilowatts will be established in Gansu, Inner Mongolia, Xinjiang, Jilin, Hebei and Jiangsu. In 2020, the total installed capacity of the seven bases will reach 170 million kilowatts [7].

#### 1.2 Related technologies for onshore wind turbines

At present, the operation modes of wind turbines in the world mainly include independent operation, joint complementary operation and grid-connected operation. Among them, wind turbines and generators are the two main parts of wind power generation systems that realize electromechanical energy conversion, and the power and speed control of wind turbines and generators is one of the key technologies for wind power generation.

In order to control wind turbines and generators, there are currently three main methods in China: constant-pitch stall adjustment, pitch adjustment, and active stall adjustment.

In addition, in terms of wind power grid-connected simulation technology, research institutes such as China Electric Power Research Institute, Tsinghua University and other institutions of higher learning have strong simulation simulation technology capabilities and related testing capabilities. "Technology" to "Leading the world technology". And the establishment of a large-scale simulation wind power laboratory [10].

## 2 Utilization and Development of Coastal Wind Energy Resources

### 2.1 The rise of the coastal wind energy industry

In recent years, the wind power industry has developed rapidly. With the gradual development of high-quality terrestrial wind energy resources, onshore wind power has become saturated. According to the latest relevant national policies, many companies have turned their attention to the construction of offshore wind turbines. Refers to offshore wind power.

### 2.2 Distribution of coastal wind energy resources

China has a vast territory and many regions with rich wind energy resources. The theoretically developable total wind energy is 3.2 billion kW, and the actual developable capacity is about 250 million kW, second only to the United States and Russia [13]. According to data released by China's National Climate Center in 2017, my country's offshore areas are rich in energy, and the four major sea areas have the most abundant wind in the Middle East. Among the straits, the Taiwan Strait has the most abundant wind.

## 3 Problems and challenges of wind power generation in China

Chinese wind power industry has developed vigorously in recent years. Both in terms of installed capacity and scale of development, it has become one of the world's largest wind power countries, and wind power technology has also made great progress. However, many problems have also appeared in the development of wind power:

### 3.1 Wind curtailment problem

### 3.2 Wind power grid connection problem

### 3.3 Weakness of power storage technology

### 3.4 Imperfect industrial structure

### 3.5 Insufficient safety performance of wind turbines

## 4 Wind power development outlook

With the continuous consumption of traditional energy, the international call for the search for new energy is getting higher and higher. Therefore, my country's support for the development of new energy is also increasing, and many policies have been given to the development of wind power, so The development of wind power is very rapid, and it can be said that the development prospects are very good.

At present, the development of wind power has begun to take shape. The installed capacity of wind power grids continues to expand and production continues to increase. However, in the future development process, the installed capacity will need to be further expanded. We will increase efforts to develop wind power technologies to improve the efficiency and efficiency of wind power generation. Stability has continuously increased the proportion of wind power in the total power generation and has become an important part of my country's power system. In addition, offshore wind resources are rich, even more abundant than terrestrial wind resources. Therefore, the simultaneous development of offshore wind power and onshore wind power can greatly promote the development of wind power.

## *References*

- [1] Li Wei, Tu Le, Lin Yonggang. Research on the application of hydraulic technology in wind power generation [J]. *Hydraulics and Pneumatics*, 2013 (3): 1-9.
- [2] Wang Guosong, Gao Gaohong, Wu Bingui, et al. Analysis on the distribution characteristics of offshore wind energy resources in my country[J]. *Marine Science Progress*, 2014, (32).
- [3] Zhang Wenjia, Zhang Yongzhan. The temporal and spatial distribution characteristics and development trend of wind power in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22 (4).

- [4] Li Songfeng. Development status and development trend of my country's wind power equipment industry [J]. Value Engineering, 2019 (38).
- [5] Analysis of China's wind power industry development and future development trends in 2018. China Industry Information Network.
- [6] Yan Qi. my country's wind power development status [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2002 (4).
- [7] Luo Chuan. Analysis of the development status of my country's wind power industry [J]. Digital Design (Part 2), 2019 (2).
- [8] Meng Ming, Wang Xiping, Xu Zhenlin. Wind turbines and related technologies [J]. Micro and Special Motor, 2004, 32 (9): 37-39, 42.
- [9] Wang Xuxu, Liu Yi, Jiang Na, et al. Overview of wind power technology development [J]. Electrical Switch, 2013, 51(3): 16-19.
- [10] Cui Wei, Eskar. Current status and development trend of wind power technology at home and abroad [J]. Electrical Appliances and Energy Efficiency Management Technology, 2019 (13): 1-5.
- [11] He Dexin. Summary of sustainable development of wind energy technology [J]. Electric Power Equipment, 2008, 9 (11).
- [12] Ye Jun, Zhong Yajuan. Summary of offshore wind energy utilization and its cost analysis [J]. Solar Energy, 2018 (6).
- [13] Zhao Jianzhu, Mao Enrong, Dong Sheng, et al. Wind energy utilization and sustainable development [J]. Agricultural Mechanization Research, 2004 (6): 40-42.

УДК 621.793

## ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ЧУГУННЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Косякова И.М., Девойно О.Г. д.т.н.*

**ОНИЛ «Плазменные и лазерные технологии»**

*e-mail: i.kosyakova88@gmail.com*

**Summary** *The article presents the study results of the microhardness and microstructures of gray cast iron СЧ20 after laser quenching and laser alloying with silicon carbide. The treatment was performed using a continuous CO<sub>2</sub> laser with a power of 1 kW at a laser beam speed of 100-1100 mm/min. As a result of laser surface alloying of gray cast iron SiC, the microhardness increased from 2.2 GPa (initial structure) to 10.6...12.8 GPa (after quenching 6.1...7.7 GPa).*

**Ключевые слова.** *лазерное легирование, лазерная закалка, карбид кремния, микроструктура, микротвердость.*

### **Введение**

Серые чугуны нашли широкое применение в машиностроении. Поверхность чугунных деталей подвергается тяжелым локальным нагрузкам и значительному износу. В следствие чего возникает необходимость проводить поверхностное упрочнение сопрягаемых поверхностей. С точки зрения эффективности, экономичности и качества в настоящее время наиболее предпочтительным является использование высококонцентрированных источников нагрева – например, лазерное упрочнение [1-2]. Лазерные технологии поверхностной обработки материалов находят все большее и разнообразное применение [2-4]. Лазерная закалка применяется для упрочнения серого чугуна, а для придания поверхности чугунных деталей дополнительных свойств применяется лазерное легирование. В данной работе рассмотрено сравнение лазерной закалки и лазерного легирования серого чугуна СЧ20.

## Методика проведения исследований

Шликерная обмазка наносилась на подготовленную дробеструйной обработкой поверхность образцов из чугуна СЧ20 прямоугольной формы сечением 10x10 и длиной 30 мм. Обмазка состояла из модифицирующей добавки SiC с небольшим количеством связующего (2%-ный раствор клея «АГО» в ацетоне). Для оплавления поверхности чугунных заготовок использовался CO<sub>2</sub>-лазер Комета-2 непрерывного излучения мощностью лазерного излучения N=1 кВт.

Измерение микротвердости зоны оплавления и зоны термического влияния проводили с использованием микротвердомера ПМТ-3 (нагрузка - 100 г.). Анализ микроструктуры после легирования и закалки проводили с использованием микроскопа MICRO-200 (увеличение от 100 до 1000 раз). Для выявления микроструктуры образцы подвергались травлению 4 %-ым раствором азотной кислоты в спирте.

## Результаты и обсуждение

При лазерном легировании и при лазерной закалке зона лазерного легирования серого чугуна состоит из закалки из жидкой фазы (зоны оплавления) и закалки из твердой фазы. При лазерной закалке и при лазерном легировании в зоне оплавления отсутствуют графитные включения, а структура представляет собой дендриты, состоящие из ветвей первого и второго порядка (рисунок 1).

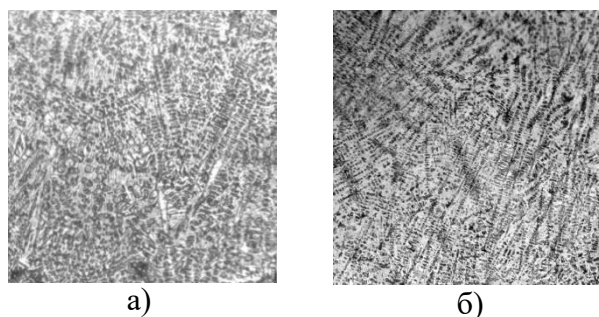


Рисунок 1 - Структура исследованного чугуна СЧ20 в зоне оплавления при  $d=2$  мм,  $v=100$  мм/мин, а) лазерная закалка, б) лазерное легирование SiC, x500

Глубина зоны лазерного воздействия и при лазерном легировании и при лазерной закалке примерно одинаковая и составляет 0,75...0,9 мм.

Лазерная закалка позволяет увеличить микротвердость чугуна до 6,1-7,7 ГПа, а лазерное легирование – до 10,6-12,8 ГПа, при этом твердость основы чугуна составляет 1,9-2,3 ГПа. Таким образом, можно сделать вывод, что лазерное легирование является более эффективным, чем лазерная закалка.

На рисунке 2 представлены графики распределения микротвердости и глубины зоны лазерного воздействия при различных скоростях перемещения пятна нагрева.

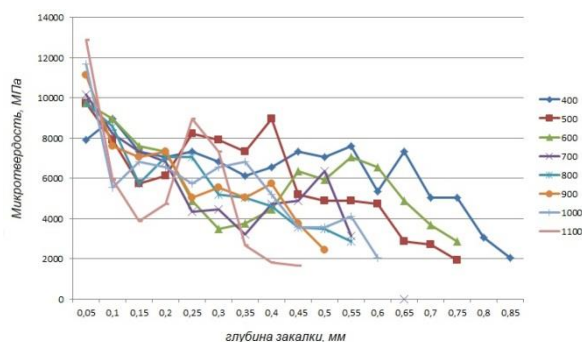


Рисунок 2 - Зависимость микротвердости и глубины зоны лазерной закалки серого чугуна СЧ20, от скорости пятна нагрева в диапазоне скоростей от 400 мм/мин до 1100 мм/мин,  $d=1$  мм

Максимальная микротвердость на поверхности чугунных заготовок, как видно из рисунка 2, наблюдалась при скорости перемещения пятна лазерного луча 900 мм/мин. Общей закономерностью для всех скоростей перемещения луча лазера является уменьшение микротвердости с увеличением глубины зоны лазерного воздействия, что связано с переходом от режима закалки из жидкой фазы к режиму закалки из твердой фазы.

#### **Заключение**

В результате легирования серого чугуна SiC микротвердость повысилась от 2,3 ГПа (исходная структура) до 10,6...12,8 ГПа после лазерного легирования, после закалки твердость составляет 6,1...7,7 ГПа.

#### *Литература*

1. Григорьянц, А. Г. Основы лазерной обработки материалов / А. Г. Григорьянц. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с. : ил.
2. Девойно, О.Г. Поверхностное упрочнение серого чугуна совмещенной лазерной и ультразвуковой обработкой / О.Г. Девойно, С.Ф. Кукин, Н.В. Спиридонов, О.С. Кобяков, Е.Л. Бузун // Наука и техника. – 2013. – № 2. – С. 3–6.
2. Гилев, В. Г. Лазерное инжекционное легирование аустенитного чугуна ЧН16Д7ГХ титаном / В. Г. Гилев, Е. А. Морозов // Изв. вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2015. – № 3. – С. 44–52.
3. Gilev, V. Laser Quenching Of Axial Bearings In Submersible Multistage Pumps Made Of Steel-Brass Pseudo-Alloy / V. Gilev, E. Morozov, A. Khanov, T. Ablyaz // International Journ. of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10, № 20. – P 40861–40868.
4. Mordike, B.L. Improvement of wear properties by laser surface treatment / B. L. Mordike // Proc. 3d Eurohean Cjnf. «Laser Treatment of Materials. ECLAT'90» 2 Vol. Eds. H.W. Bergmann, R/ Kupfer. – Vol. 1. – P. 371-376.

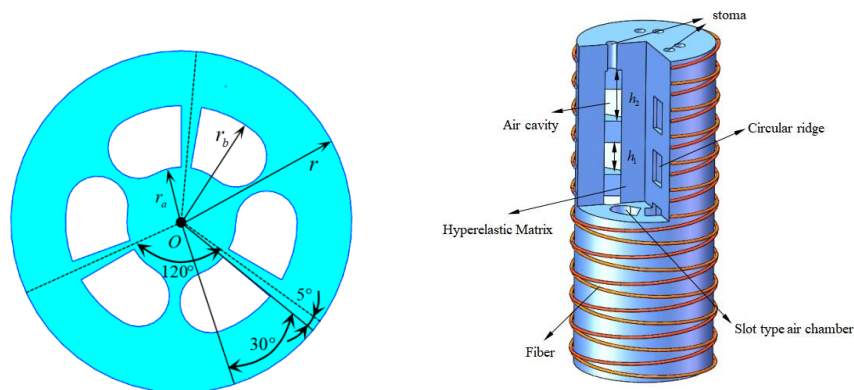
# MODELING AND SIMULATION OF A NEW TYPE OF TORSION BENDING SOFT ACTUATOR

Yang Hongyuan, Qiao Yu, Wang Teng, An Chenxi, He Jiaping  
Northeast University  
e-mail:1847127265@qq.com

**Summary.** In recent ten years, with the development of micro and nanometer machining technology, intelligent material driving and sensing, artificial intelligence and machine learning, 3D printing technology, soft robot has become one of the important research directions in the international robot academia. Soft robot has inherent high flexibility, excellent adaptability, good compliance and natural safety interaction. This also makes the soft robot in medical, education, service, rescue, detection, wearable devices and other fields more and more attention, and shows great development potential. The purpose of this paper is to introduce a three-dimensional soft actuator with multiple degrees of freedom. It can realize bending, torsion, swing, elongation and other functions. For the soft actuator, we use the virtual work principle and elastic strain energy to establish the kinematic relationship of torsional deformation. The software ABAQUS is used to simulate the soft actuator by finite element method. The results show that the deformation effect of the soft actuator and the relationship between the torsion performance and the filling pressure are verified.

## 1. Structural design of Torsion Actuator

The main structure of the pneumatic torsion soft actuator studied in this paper is composed of a cylindrical matrix and six air chambers. Two sides of the three datum planes of the equidistant cylinder circle are symmetrically distributed with "groove" air chambers. The air chamber is divided into a semi cylindrical connected chamber and a circular ridge. The central angle of the circular ridge is  $30^\circ$  and the angle of the circumferential ridge relative to the reference plane is  $5^\circ$ . It makes use of the isotropic expansion of the gas in the sealing chamber and the pressure difference between the two sides of the silica gel air chamber to generate circumferential pressure. The torque formed by the circumferential pressure pushes the actuator to produce torsional deformation. When the same pressure is input into the three symmetrical chambers, the actuator will produce torsional deformation in the opposite direction; if the same air pressure is applied to the air chambers on both sides of the reference plane, the bending deformation will occur. In order to prevent the "balloon effect" caused by excessive expansion of silica gel, Kessler fiber is wrapped around the periphery of the matrix symmetrically to enhance the stiffness of the actuator. The model of the software actuator is shown in the figure below.



## 2. Modeling of soft actuator

The soft actuator made of flexible materials has infinite degrees of freedom, large curvature bending and large deformation distortion, and the deformation is mostly nonlinear. So it is difficult



to describe its motion form by mathematical model. For the forward kinematics of existing soft robots, most researchers use the piecewise constant curvature method to simplify the simulation. For the torsion soft actuator, the virtual work principle and elastic strain energy are combined to establish the kinematic relationship of the torsion actuator. The principle of virtual work establishes the relationship between the work done by external force and the strain energy of elastic body. The elastic strain energy is solved by the large deformation theory of elastomer such as rubber, and the kinematic relationship between the air pressure and torsion angles can be established finally.

### **3. Finite element simulation**

In this paper, ABAQUS software is used to simulate the soft actuator. Ecoflex 0030 is used as silicone rubber material, and the third-order Ogden model is used as its constitutive model. Then, the linear elastic material model is used to describe the fiber properties of the radial constrained soft actuator. The young's modulus of the fiber is 31067Мпа, Poisson's ratio is 0.36, the cross-section shape of the fiber is circular, and the radius is 0.0889mm.

This kind of soft actuator introduced in this paper has many functions, such as torsion, swing, elongation, bending and so on. If the same air pressure is injected into the circumferential distribution air chamber on one side of the reference plane, the torsion effect will appear; when the same air pressure is injected into the air chamber with circumferential distribution on the opposite side, it will twist in the opposite direction, and the torsion angles in the two directions are equal within the error range. When the same air pressure is injected into a single chamber or three connected chambers or five chambers, the swing effect will appear. If the same air pressure is injected into a pair or two pairs of air chambers on both sides of the reference plane, the elastic matrix will bend to the opposite side of the air chamber; if the same pressure is applied to the two chambers between the reference planes, the swing effect will also appear.

### *Reference*

[1]Wen li,Wang Hesheng. Prospect of soft robot research: structure, drive and control.Robot ,2018,(5).

УДК 504.5; 621.9.02.07

## **ОЦЕНКА ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СОЖ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ**

*Данилович В.С., Шапорова Е.В., Яцкевич О.К.*  
**Белорусский национальный технический университет**  
*e-mail: mstools@bntu.by*

**Summary.** *In this paper we consider the problem of the impact of waste lubricating technological means (LTT) on the human body. Particular attention is paid to the main paths of receipt of hazardous substances into the body LTT workers and has the effect of occupational diseases. It is proved that under the influence of oil on the body develop diseases such as lung cancer, throat, lips, men and women - lung cancer, colon, breast and genital organs.*

Современные машиностроительные предприятия потребляют СОЖ в объемах от нескольких десятков до десятков тысяч тонн в год, и эта цифра постоянно растет. Они используются для повышения стойкости режущего инструмента, улучшения качества обрабатываемой поверхности, снижения адгезионного схватывания инструментального и обрабатываемого материала. Это достигается направленным воздействием на физико-механические

процессы, протекающие при резании металлов, за счет надлежащего выбора основы СОЖ (вода, минеральные масла и т.п.), а также введением в СОЖ присадок с необходимым комплексом химических и механохимических свойств, что способствует повышению надёжности и долговечности работы оборудования [1].

Воздействие используемых в процессе резания и отработанных СОЖ представляет большую опасность как для человека, так и для окружающей среды [2, 3]. На рис. 1 показаны возможные последствия воздействия СОЖ на человека в условиях производства и основные типы профессиональных заболеваний.



Рисунок 1 – Виды негативного воздействия СОЖ на рабочих

Опасными компонентами маслосодержащих отходов являются углеводороды. Доказано, что все углеводороды обладают выраженным действием на сердечно-сосудистую систему и на показатели крови (снижение содержания гемоглобина и эритроцитов), могут поражать печень, вызывают нарушение деятельности эндокринных желез, поражают центральную нервную систему, вызывают острые и хронические отравления, иногда со смертельным исходом. Загрязнение воздушной среды происходит и в результате испарения отработавших СОЖ. Токсичные компоненты (диоксид серы, органические соединения хлора и тяжелых металлов) распространяются как в производственном помещении, так и в окружающую среду, что приводит к негативному воздействию на персонал и биосферу. Наиболее опасно испарение синтетических масел, а при испарении масел, содержащих полихлордифенилы (ПХД), образуются еще более токсичные соединения - полихлордифензодоксины и полихлордифензофураны.

Массовая доля вещества (%) в рабочих растворах СОЖ на водной основе не должна превышать [1]:

- нафтеиновых кислот в эмульсоле - 20;
- нафтеиновых мыл в эмульсоле - 1;
- кальцинированной соды - 0,3;
- свободной гидроокиси натрия - 0,02;
- органических кислот - 10;
- триэтаноламина - 0,3;
- нитрита натрия - 0,2;
- хлор-, серо-, фосфорсодержащие присадки -10.

Для снижения воздействия СОЖ в условиях его использования на предприятиях машиностроения следует:

1. Соблюдать меры безопасности при хранении и транспортировании СОЖ.
2. Заменять СОЖ на менее вредные для здоровья материалы и контролировать качество используемой СОЖ.
3. Соблюдать повышенные меры безопасности при эксплуатации и замене СОЖ, а также выдерживать требуемые сроки замены СОЖ.
4. Совершенствовать технологические процессы и операции с использованием СОЖ, достигая минимального количества используемой СОЖ или полного отказа от использования СОЖ.
5. Совершенствовать процесс утилизации СОЖ.

Проведённый анализ позволяет прийти к выводу, что в условиях машиностроительных предприятий наибольшие перспективы имеет исследование и внедрение методов уменьшения использования СОЖ и отказа от СОЖ при проведении технологических операций. Помимо решения проблем охраны труда и экологии, внедрение данных методов дает и ощутимые экономические выгоды.

### *Литература*

1. Хамидуллова Л. Р., Васильев А. В. Воздействие СОЖ предприятий машиностроения как проблема техносферной безопасности // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕЛРПТ 2009.–2009.– С. 290-295.

2. Тлехусеж М. А., Сороцкая Л. Н., Солоненко Л. А. Экологически чистые СОЖ для обработки металлов резанием // Фундаментальные исследования.–2015.–Т.4.–№.7.–с. 727-730.

3. Мельникова Д. В., Волков Д. А. Анализ токсикологического воздействия смазочно-охлаждающих технологических средств промышленных предприятий на организм человека и окружающую среду // Фундаментальные исследования. – 2014. – Т. 7. – №. 11.- с. 1555-1559

УДК 621.9.04

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ КРЕПЕЖНЫХ ОТВЕРСТИЙ НА СТАНКЕ С ЧПУ КОМБИНИРОВАННЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ**

*Ажар А.В., Шейбак Д.В.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail azhar.a@bntu.by*

**Summary.** *It is proposed to use the possibilities of kinematics of modern CNC machines to expand the scope of combined and multifunctional processing. A project is proposed for machining fastening holes in the "Bracket" part of a MAZ car on a 4-axis machining center with combined tools. Achieved reduction of the nomenclature of tools, piece time and unit power by more than 2 times. A model of a balanced assembled drill-counterbore tool with an inclined socket under the peripheral plate is proposed. Analysis of the static characteristics of the model obtained by the finite element method (FEM) showed a decrease in deformation and equivalent stresses on the cutting part of the tool.*

Механическая обработка путем совмещения операций и переходов комбинированным инструментом является наиболее эффективным методом повышения производительности. Такой вид обработки на традиционных агрегатных станках и токарных автоматах потерял

актуальность в связи с сокращением номенклатуры изделий крупносерийного и массового производства. Стратегия комбинированного резания получила новое «дыхание» на оборудовании для комплексной (фрезерно-сверлильно-расточной, токарно-фрезерной) многокоординатной обработки специальным цельным и сборным многофункциональным инструментом на основе стандартных и унифицированных элементов (сменных пластин, вставок и модулей). Кинематика современных станков с ЧПУ позволяет синхронизировать работу основных узлов по нескольким координатам одновременно, а также совмещать в одном узле режим дискретного позиционирования и непрерывного движения. Наличие дополнительно управляемых осей существенно расширяет область применения, технологические и конструкторские решения комбинированной обработки.

Применение комбинированного инструмента рассмотрим на примере обработки детали «Кронштейн» 6516V8-2801119-000 (рис.1) из высокопрочного чугуна ВЧ45 ГОСТ 7293-85, применяемой в рамках грузовых автомобилей МА3-6516V8-520 (-540). Обработка осуществляется на 4-хосевом обрабатывающем центре с ЧПУ NBH 6 фирмы Hüller Hille.

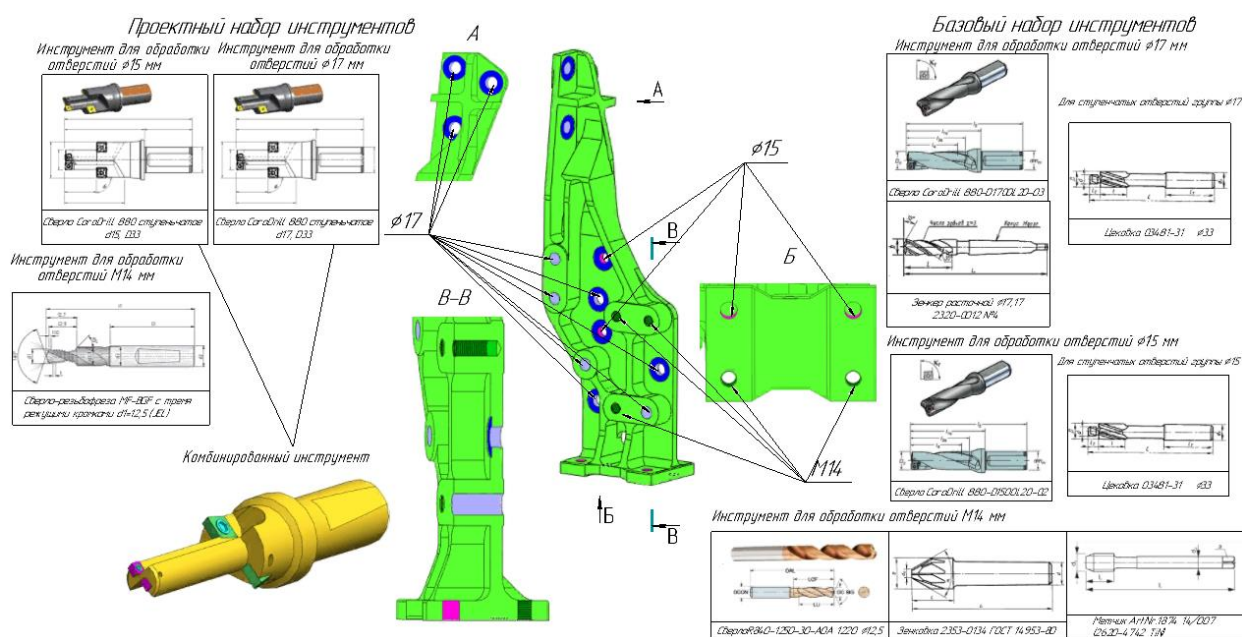


Рисунок 1 – Обработка отверстий в детали «Кронштейн»

Деталь имеет 3 группы отверстий – ступенчатые с торцовкой под крепеж  $\varnothing 15 \text{ H}11^{+0,13} / \varnothing 33$ ,  $\varnothing 17 \text{ H}12^{+0,21} / \varnothing 33$  и резьбовые M14. Базовый вариант обработки состоит из 7-ми инструментов, а проектный – из 3-х. Для проектного варианта обработки разработан комбинированный инструмент (рис.1) способный сверлить ступенчатые отверстия в размер  $\varnothing 15 / \varnothing 33$  (рис.2,а) с последующим рассверливанием группы отверстий  $\varnothing 17 / \varnothing 33$  методом круговой интерполяции со смещением инструмента с оси отверстия (рис.2,б). Спроектированный сборный инструмент имеет 4-е пластины. Две из них расположены на 1-ой ступени ассиметрично с перекрытием сечения среза при сверлении отверстий  $\varnothing 15$ . Периферийная пластина также рассверливает отверстия  $\varnothing 17$ . Еще две пластины расположены на 2-ой ступени симметрично в поперечном сечении и торцуют опорную поверхность под крепеж  $\varnothing 33$  методом цекования. Обеспечение точности обработки отверстия достигается уменьшением неуравновешенной равнодействующей  $R$  сил резания  $P_z$  и  $P_y$  в плоскости перпендикулярной оси инструмента путем наклона гнезда под периферийную пластину 1-ой ступени в продольном направлении (рис.2,в). МКЭ анализ статических характеристик твердотельной модели показал уменьшение деформации и эквивалентных напряжений на режущей части

инструмента (рис.3, табл.1). В результате чего можно прогнозировать повышение стойкости и увеличение точности обработки ступенчатых отверстий.

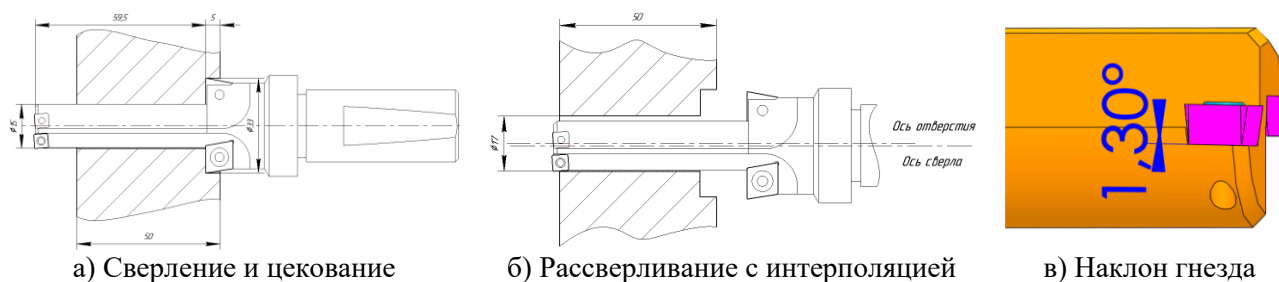


Рисунок 2 – Схема конструкции и возможности проектируемого инструмента

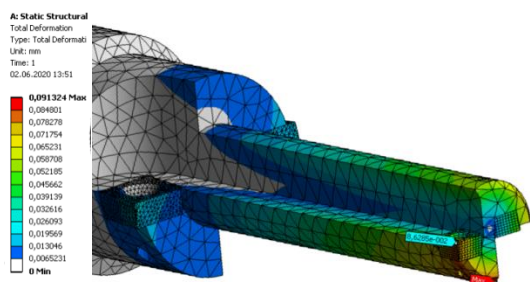


Рисунок 3 – Полная деформация инструмента при сверлении

Таблица 1 – Результаты исследований сверла МКЭ

Наименования характеристики	Наклон гнезда под пластину	
	0°	1,3°
Деформация, мм:		
радиальная	0,0041	0,0023
осевая	0,0144	0,0102
тангенциальная	0,0904	0,0860
полная	0,0896	0,0862
Экв. Напряжения, Мпа	1843,6	258,9

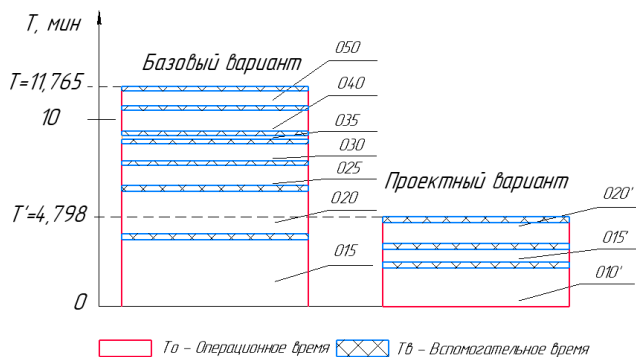


Рисунок 4 – Сравнения вариантов обработки по штучному времени

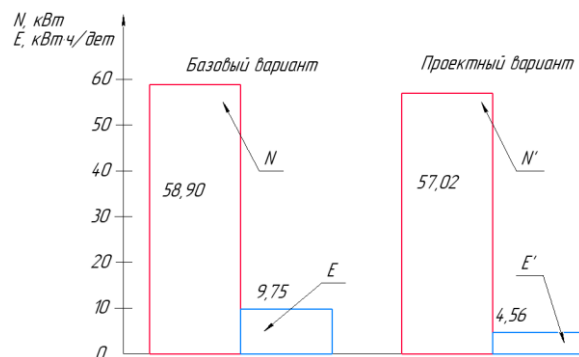


Рисунок 5 – Сравнения вариантов обработки по мощности резания и удельным энергозатратам

Сравнение единичных технико-экономических показателей, производительности и энергозатрат при обработке отверстий (рис. 4, 5) подтверждает эффективность применения новых методов резания, оборудования и инструмента. Так наряду с сокращением номенклатуры инструментов, почти в 2,5 раз уменьшается штучное время, в 2 раз падают удельные энергозатраты на обработку детали ( $E = (N \cdot T) / n_{дет}$ , где  $T$  – в часах,  $n_{дет}$  – количество деталей), при сохранении мощности резания ( $N$ ). Данные выводы подтверждают эффективность метода многофункциональной комбинированной обработки резанием крепежных осесимметричных и резьбовых поверхностей на станках с ЧПУ.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЖ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ШЛИФОВАНИИ

*Кривда К.В., Якуевич О.К., Василенко А.Г.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: mstools@bntu.by*

Высокоскоростное шлифование как метод обработки является базовым принципом (основой) современных способов шлифования разнообразных по форме деталей из труднообрабатываемых материалов в широком диапазоне режимов резания. Особенности применения СОЖ при данном виде абразивной обработки связаны с режимами (высокой скоростью до 200 м/с и съемом материала  $Q \geq 1000 \text{ мм}^3/\text{мм}$ ), со спецификой конструкции инструмента и способом обработки.

Основными действиями СОЖ, важными с точки зрения процесса высокоскоростного шлифования, являются [1-2]:

**1) смазочное действие** - приводит к уменьшению трения и тем самым к снижению количества выделяемого тепла. Для уменьшения или устранения трения должна быть образована разделительная пленка между инструментом и заготовкой, которая в условиях тяжелой нагруженности процесса высокоскоростного шлифования может быть обеспечена только при условии применения особых ЕР-добавок (extreme pressure - противозадирные добавки).

**2) охлаждающее действие** - заключается в отводе тепла от нагретых участков зоны шлифования и свободных поверхностей детали и круга за счет нагрева и парообразования СОЖ. Кроме того, существующие в современных станках системы температурной стабилизации СОЖ выполняют роль снижения тепловых деформаций корпусных деталей станка, в частности стола и станины;

**3) диспергирующее действие** состоит в пластифицировании и адгезионном понижении прочности материала детали, т. е. в оказании действий, способствующих образованию новой поверхности;

**4) демпфирующее действие** снижает уровень колебаний элементов технологической системы;

**5) моеющее действие** - очистка шлифовального круга и детали от шлама, отвод стружки от зоны обработки.

Во всех случаях реализация рабочих свойств СОЖ приводит к понижению температурно-силовой напряженности и энергоемкости процесса высокоскоростного шлифования и, как следствие, увеличению периода стойкости шлифовального круга и качества обработанных деталей.

Однако, смазочное, диспергирующее и демпфирующее действия СОЖ, могут быть реализованы лишь при условии, что СОЖ проникает непосредственно в зону контактного взаимодействия между заготовкой, инструментом и образующейся стружкой. В то время как барьер в виде воздушного высоко/сверхскоростного потока блокирует вход СОЖ в зону шлифования. Поэтому при высокоскоростном шлифовании крайне важно выбрать правильный метод впрыска жидкости. В этих условиях требуется достаточный импульс струи СОЖ для охлаждения зоны резания и очистки от шлама. Ориентировочно скорость струи  $v_{стр}$  для заданной скорости круга  $v_{кр}$  равна:  $v_{стр} \approx 0,6 \cdot v_{кр}$ .

Энергия, необходимая для достижения требуемого полезного расхода с использованием струйного сопла, может быть минимизирована путем направления потока по касательной к поверхности круга с помощью сопла, расположенного близко к зоне шлифования. Имеет значительное значение и тип выбранного струйного сопла (рисунок 1).

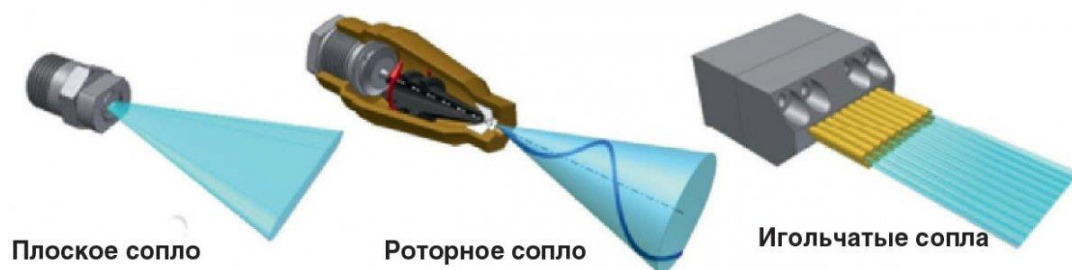


Рисунок 1 - Типы сопел для подачи СОЖ в зону резания при высокоскоростном шлифовании

Струйное сопло с меньшей площадью щели обеспечивает более высокую скорость струи и меньшую мощность шпинделя. Однако площадь сечения сопла должна быть сравнительно большой, чтобы удовлетворять требованиям к достаточному количеству СОЖ в зоне контакта [1].

Сравнение в процессе шлифования плоского, роторного и игольчатого сопел с точки зрения их эффективности при давлении СОЖ на выходе из сопла  $p_d = 20$  бар показало, что плоское струйное сопло имеет самый высокий эффект очистки. Для сравнения: использование роторного и игольчатого сопел привело к повышению степени забивания шлифовального круга на 9–24% и, соответственно, привело к увеличению сил резания примерно на 10%.

Современное представление о применении СОЖ при высокоскоростном шлифовании включает обоснованный выбор основных параметров подсистемы (таблица 1) и решение большого перечня других технологических, конструкторских и организационно-технических проблем.

Таблица 1 - Параметры подсистемы СОЖ при высокоскоростном шлифовании

Конструктивные	Технологические
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Выбор узла для базирования соплового агрегата,</li> <li>– управление соплами по 2-м координатам и углу поворота,</li> <li>– ПО по управлению соплами,</li> <li>– сопло(а) с минимальными внутренними гидравлическими потерями,</li> <li>– площадь выходного сечения сопел,</li> <li>– конструкция прерывателя воздушного потока, создаваемого кругом,</li> <li>– система фильтрации СОЖ,</li> <li>– система термостабилизации СОЖ,</li> <li>– магазин замены сопел.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Метод подачи СОЖ,</li> <li>– количество сопел, их назначение и расположение,</li> <li>– состав СОЖ и его допустимые изменения,</li> <li>– концентрация и температура (<math>T^\circ</math>) СОЖ,</li> <li>– давление, расход, скорость струи, полезный расход,</li> <li>– метод прерывания воздушного потока вокруг круга,</li> <li>– расположение прерывателя воздушного потока,</li> <li>– степень фильтрации СОЖ,</li> <li>– контроль изменения состава, <math>T^\circ</math> и концентрации СОЖ.</li> </ul>

Поэтому рациональное использование СОЖ при высокоскоростном шлифовании требует проведения испытаний или исследований с последующим уточнением техники применения СОЖ.

#### Литература

1. Ермолаев В. К. Высокоэффективное шлифование — новые технологии и оборудование // РИТМ машиностроения. 2020. № 4. С. 14–22.
2. Пилинский А. В. Инновационные методы и вызовы в скоростном и сверхскоростном шлифовании // Вектор науки ТГУ. 2015. № 2 (32–2)

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОУГЛЕРОДНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

<sup>1</sup> Ванюк Э.А., <sup>1</sup> Соколов И.О., <sup>1</sup> Леванцевич М.А., <sup>2</sup> Газбан Задех Э.Х., <sup>3</sup> Куис Д.В.

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>ИЧПТУП «Бел Пека Пэйнт»

e-mail: ehsanghazbanzadeh@gmail.com

<sup>3</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»

**Summary.** *One of the main tasks in mechanical engineering is to reduce costs and increase the resource of parts of friction units. One of the ways to solve this problem is the application of thermal gas composite coatings. This research was carried out in the "Industrial research laboratory of plasma and laser technologies" (BNTU) to develop the technology for the introduction of nanocarbon components into self-fluxing alloys using thermal composite coatings. As a result, our work showed that the laser reflow of coatings with a 10% addition of nanocarbon components increases the microhardness up to 1.6 times, and also reduces the friction coefficient up to 5 times.*

В современном машиностроении постоянно повышаются требования к надежности и эффективности новых машин и механизмов, ресурсы работы которых во многом зависят от долговечности и безотказности разнообразных узлов трения. Такие узлы трения пытаются изготавливать из дорогостоящих легированных сталей, обработка которых энергозатратна (в Республике Беларусь такие детали являются статьей импорта).

Существуют различные способы повышения ресурса деталей машин в парах трения. Можно использовать втулки и вкладыши, которые участвуют в трибосопряжении с опорными поверхностями валов, однако, такие детали экономически не эффективно восстанавливать традиционными способами (наплавка, пластическая деформация, методы литья). Один из вариантов восстановления трибопары – изготовление новой детали, но здесь возникает дополнительная статья расхода на материал заготовки (отливки, поковок и прокат).

Одной из основных задач в машиностроении для научных работников, технологов и конструкторов является задача снижения затрат и повышение ресурса деталей узлов трения. Одним, если не основным, из способов решения этой задачи является нанесение газотермических композиционных покрытий (ГКП). Но и эта технология уже не новая и разработана еще в 80-х годах прошлого века, но в 90-х годах развитие этой технологии, на постсоветском пространстве, замедлилось. За рубежом данные технологии развивались стремительными темпами и на 2020 год все зарубежные установки снабжены программным обеспечением, что позволяет получать газотермические композиционные покрытия с высокими эксплуатационными характеристиками (здесь значительную роль также имеют новые порошковые материалы). Поэтому для создания конкуренции на рынке, необходимо усовершенствовать уже существующие порошковые материалы за счет внедрения новых композиционных материалов, в том числе наноматериалы, к таким материалам можно отнести и фуллерены.

В настоящий момент нет промышленных производств и технологий, в которых бы широко применялись фуллерены, в связи с тем, что они по-прежнему имеют высокую стоимость и под словом фуллерен обычно имеют в виду чистый C<sub>60</sub> и C<sub>70</sub>, либо смесь фуллеренов, забывая о том, что есть высшие фуллерены и другие углеродные наноборазования. Интересным заменителем фуллеренам является дуговая углеродная сажа, которая является более



дешевым материалом [1, стр. 245]. В такой саже кроме фуллеренов имеются другие нанокластерные углеродные структуры, так что такая сажа называется новым нанокластерным материалом [2, стр. 84].

На базе ОНИЛ «Плазменных и лазерных технологий» (БНТУ) разрабатываются технологии внедрения наноуглеродных компонентов в самофлюсующиеся сплавы и материалы для ГКП.

Проанализированы и выбраны методики и оборудование для подготовки образцов и проведения исследований. Изготовлены образцы, оснастка и приспособления для проведения исследований физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик композиционных покрытий при добавке наноуглеродных компонентов в покрытия системы Ni-Cr-B-Cr, производился анализ изменений структурных составляющих поверхностных слоев, на основании анализа проведенных исследований, выдвинуты предположения о влиянии наноуглеродных компонентов на физико-механические свойства ГКП.

Методами световой микроскопии с микрорентгеноспектральным анализом, методами измерения микротвердости и триботехнических характеристик были исследованы структурное состояние и показатели механических и триботехнических свойств образцов с разработанными композиционными материалами (до 10% фуллереновой сажи), нанесенных газопламенным способом с лазерным оплавлением.

Исследования показали, что внедрение наноструктурированного углерода снижает пористость покрытий. Микрорентгеноспектральный анализ установил 100% содержание углерода в порах покрытия, которые возникают в этом же порошке без добавок нануглерода. При добавке наноуглеродных компонентов, вероятно, такие частицы выполняют роль уплотнителя.

Исследования показали, что лазерное оплавление покрытий с 10% добавкой наноуглеродных компонентов повышают микротвердость у следующих покрытий: ПГ-СР4 (основной материал) - в 1,4 раза, ПР-Х4ГСР (основной материал) - в 1,3 раза и ПТ-ЮНХ16СР3 (основной материал) - в 1,6 раза.

Результаты исследований на коэффициент трения показали, что внедрение наноуглерода снижает коэффициент трения у образцов следующих композиционных покрытий: ПР-Х4ГСР (основной материал) - в 5 раз, ПГ-19М-01 (основной материал) - в 4,8 раза и ПТ-ЮНХ16СР3 (основной материал) - в 1,7 раза.

### *Литература*

1. С.Д. Куш, Н.С. Куюнко. Фуллереновая чернь: строение, свойства и применение // Журнал общей химии. 2011. Т.81 Вып. 2;
2. Е.А. Грузинская, В.А. Кескинов, М.В. Кескинова, К.Н. Семенов, Н.А. Чарыков. Фуллереновая сажа электродугового синтеза //НАНОСИСТЕМЫ: ФИЗИКА, ХИМИЯ МАТЕМАТИКА, 2012, 3 (6), С. 83-90.
3. Ефремов С. Ю. Повышение ресурса поршневых компрессионных колец при изготовлении сменно-запасных частей в судоремонте: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Новгород, 2005. — 19 с.
4. О.П. Горелик, Г.А. Дюжев, Д.В. Новиков, В.М. Ойченко, Г.Н. Фурсей /Кластерная структура частиц фуллереноносодержащей сажи и порошка фуллеренов С<sub>60</sub> // Журнал технической физики — 2000. — том 70. — вып. 11. Стр. 118-125.
5. В.Ф. Мастеров, / Физические свойства фуллеренов // Соревский образовательный журнал, — №1 — 1997. Стр. 92-99.
6. В.И. Бородин, В.А. Трухачева / Термическая устойчивость фуллеренов // Письма в ЖТФ, — 2004, — том 30, — вып. 14, Стр. 53-55.

7. Исакаев Э. Х., Гусев В. М., Мордынский В. Б. Повышение ресурса деталей с газотермическими покрытиями нефтепромыслового оборудования // Технология машиностроения. — 2008. — № 12. — С. 18-22.

УДК 621.9.011:517.962.1

## МКЭ-АНАЛИЗ КОМБИНИРОВАННОГО НАГРУЖЕНИЯ АНТИЧНОЙ АМФОРЫ

Довнар С.С., Паращенко К.М., Козловский С.Е.  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: ssdov@tut.by

**Summary.** FEA simulation of roman type amphora is provided. 3D-model is drawn from archeology issue. Four load cases are simulated including filled amphora hanging on the handles, vertical compression by standing man, pressurizing up to 1 bar level, side squeezing. Both tension as compression stress concentrators are revealed. It relates to the joints between handles and body so to the vicinity of the amphora's foot.

Stress alleviation should be provided by localized wall thickening. Amphora design looks as rather rational one. It pours an additional light on the world of ancient engineering. Potential of intuitive and experimental modes of design is disclosed.

Античная амфора римского типа (рис.1, а) емкостью 40 литров подвергнута виртуальным испытаниям с помощью метода конечных элементов (МКЭ). Геометрия амфоры воспроизведена по данным сканирования археологических находок. Толщина глиняных стенок амфоры составляет ~9 - 11 мм. Вес сосуда – 17,5 кг.

Первоочередной интерес представляли концентраторы напряжений в нестандартной несущей системе из глины. Глина является хрупким материалом, чувствительным к растяжению и поверхностным дефектам. Компьютерное моделирование позволяло получить оценки прочности объекта, созданного исключительно путем сочетания интуитивно и экспериментальных методов проектирования.

Разработана система вариантов нагружения амфоры. Она включает действие силы тяжести жидкости (LC1), вес работника, ставшего на горловину вертикальной амфоры (LC2), внутреннее давление в амфоре в случае брожения вина (LC3), боковое нажатие на лежащий сосуд (LC4).

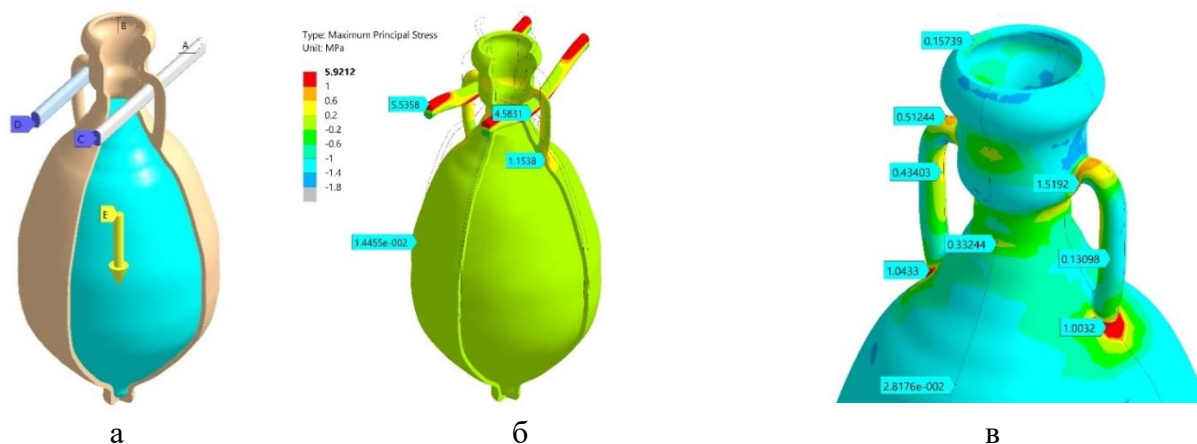


Рис.1. Геометрическая модель амфоры (а - включены собственно сосуд, перекладины для переноски и модельная жидкость), картина максимального главного напряжения  $\sigma_1$  при переносе амфоры на перекладине (б; LC1) и концентраторы напряжений  $\sigma_1$  в местах примыкания ручек амфоры к глиняному корпусу (в).

Использовались модельные материалы – глина, древесина и условная жидкость. Решалась статическая задача в нелинейной постановке. Средствами МКЭ воспроизводились фрикционные пары между ручками амфоры и деревянными перекладинами (рис.1, б).

Проведена серия МКЭ-тестов, выявившая концентраторы напряжений возле ручек амфоры (рис.1, в). Существенные растяжения обусловлены недостаточной толщиной стенок сосуда возле мест примыкания. Прочность собственно ручек представляется достаточной. Следует делать более плавные переходы по толщине между ручками и стенками. Это требует локального нанесения дополнительных слоев глины.

При испытаниях на сжатие (хождение людей в корабле по вертикально поставленным сосудам) слабым местом представляется изгиб стенок возле ножки (маркер -1.829 МПа на рис.2, а). Здесь также рекомендуется локальное утолщение стенок. Это желательно и на горловине сосуда.

Обнаружено, что амфора, годная к переноске, способна выдержать и внутреннее давление примерно до 1 бара (рис.2, б). Растягивающие напряжения в глиняных стенках раздуваемого сосуда не превышают 1,75 МПа. Волнистость корпуса амфоры (колебания диаметра) не являются критичной для прочности конструкции. Такая неточность гончарного производства допустима на практике. Локальные концентраторы напряжений при действии на амфору внутреннего давления не наблюдаются. Это сильная сторона обсуждаемой интуитивной конструкции.

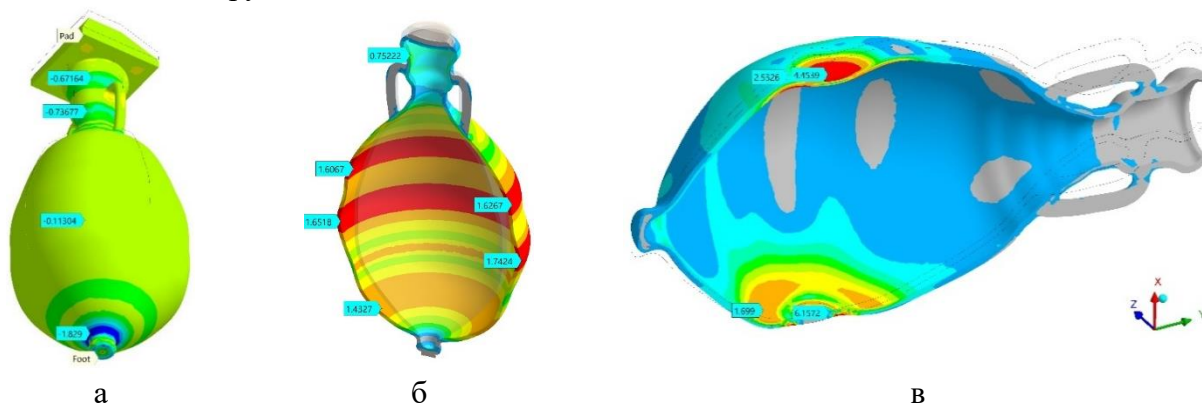


Рис.2. Напряженные состояния амфоры для вариантов нагружения LC2, LC3 и LC4 соответственно: а – вертикальное нажатие (1 кН;  $\sigma_3$ ); б – внутреннее давление (1 бар;  $\sigma_1$ ); в – поперечное сдавливание (1 кН;  $\sigma_e$ ).

Амфора вполне устойчива к поперечному сдавливанию, исключая собственно пятна нажатия и опирания (рис.2, в). Здесь критично присутствие эластичного материала. За пределами указанных пятен напряжения изгиба не превышают 2,6 МПа.

В целом прочность и жесткость амфоры удовлетворительна. В первом приближении наблюдается равнопрочность конструкции при разных вариантах нагружения.

Сосуд можно считать достаточно гармоничной конструкцией. Однако, надо иметь ввиду описанные выше концентраторы напряжений. Напряжения в разных случаях нагружения сравнительно близки друг к другу. Это указывает на мультивалентность (одинаковый запас прочности при разных воздействиях) амфоры.

Полученные данные проливают дополнительный свет на мир античной инженерии. Предполагается далее произвести виртуальное избирательное усиление амфоры. После повторных МКЭ-испытаний (и связанных с ними уточнений) рационально будет воспроизвести сосуд в реальности с помощью 3D-принтера. В случае успешного локального усиления амфора может быть признана весьма рациональной конструкцией, мультивалентно устойчивой к широкой гамме транспортных воздействий.

## СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ И РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ТОПЛИВА НА ТЕПЛОИСТОЧНИКЕ

*Игнатович Р.С., Богдан А.А.*

*Белорусский национальный технический университет  
e-mail: ignatovich.roma@gmail.com, e-mail: shurhen12345@mail.ru*

**Summary.** *At present, several problems can be identified in the energy system of the Republic of Belarus. In the structure of consumption of fuel and energy resources, natural gas predominates [1], which must be imported, since the country does not have its own gas sources. With the commissioning of the Belarusian Nuclear Power Plant (NPP), the situation will not change substantially, while systemic problems are expected in ensuring the schedule of electrical loads, since the structure of electricity generation will change with a constant structure of its consumption, which will lead to excessive consumption of fuel in the country. For this reason, it is necessary to develop a set of measures at heat sources and combined heat and power plants (CHP), in particular, that will help to solve the designated tasks*

**Аннотация.** В настоящее время в энергетической системе Республики Беларусь можно выделить несколько проблем. В структуре потребления топливно-энергетических ресурсов существенно преобладает природный газ [1], который необходимо импортировать, так как в стране не имеется своих источников газа. С вводом Белорусской атомной электростанции (АЭС) ситуация существенно не изменится, при этом ожидаются системные проблемы в обеспечении графика электрических нагрузок, так как изменится структура генерации электрической энергии при неизменной структуре её потребления, что приведёт к перерасходу топлива в стране. По этой причине необходимо разрабатывать комплекс мероприятий на теплоисточниках и теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) в частности, которые помогут решать обозначенные задачи.

Анализ отечественных и зарубежных литературных источников показал, что применение известных способов регулирования графика генерации электрической энергии и мероприятий по повышению эффективности ТЭЦ для условий энергосистемы Беларуси после ввода Белорусской АЭС будет недостаточным, и требуются дополнительные исследования по разработке и применению новых технологий.

Объектом исследования является когенерационные источники на местных видах топлива (МВТ). Предметом исследования является изучение характеристики процессов преобразования древесины в синтетический природный газ (СПГ). В данной работе впервые сформулирована задача получения природного газа (ПГ) путём трансформации древесины на теплоисточнике, посредством её сжигания и полученная при этом когенерационной выработки тепловой (ТЭ) и электрической энергии (ЭЭ). Первый вид энергии направляется конечному потребителю, а избытки второй направляется на получение водорода  $H_2$ , который в последующем поступает в биокаталитический реактор для выработки метана  $CH_4$ . Так же отмечается, что в условиях существующей обстановки в Республике Беларусь преобразование целесообразнее осуществлять на мини-ТЭЦ, работающих на местных видах топлива, так как одним из важнейших решений, принятых в последнее десятилетие в Республике Беларусь в целях повышения энергетической безопасности, является увеличение доли использования местных и возобновляемых энергоресурсов [2].

В последние годы возник высокий потенциал промышленного применения электролиза. В Европе это связано с наличием возобновляемых источников энергии. Генерация на них происходит не равномерно и не всегда совпадает с графиком потребления электрической энергии. Исходя из этого, с ростом доли ВИЭ в структуре генерации электрической

энергии возникает проблема накопления или преобразования её в другие виды энергии [3]. В Республике Беларусь аналогичная ситуация возникнет после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС.

Отправной точкой для технологии ЭВГ является использование избыточной электроэнергии для производства водорода с кислородом в качестве побочного продукта. Ключевым фактором является стоимость этой электрической энергии, так как экономическая эффективность опирается на достаточно низкую стоимость приобретения энергии.

На рисунке 1 показан возможный вариант, по которому технология ЭВГ может быть внедрена на теплоисточник для получения СПГ.



Рисунок 1 – Структурная схема предлагаемого технического решения

Суть предлагаемого технического решения – диоксид углерода, содержащийся в дымовых газах после сжигания местных видов топлива, улавливается поглотительной системой и подается в реактор вместе с водородом – получаемым электролизом воды. Образующийся метан может быть использован как альтернатива ПГ, так как содержание метана в нём составляет 98%. Превращение CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub> в ценные химические продукты может способствовать решению актуальной в настоящее время проблемы утилизации CO<sub>2</sub>, который в больших количествах выбрасывается в атмосферу при сжигании местных видов топлива на ТЭЦ.

Разработка процессов, обеспечивающих крупномасштабную его утилизацию, имеет значительную экологическую ценность. Кроме того, гидрирование CO<sub>2</sub> до метана может быть использовано для получения синтетического заменителя природного газа в странах, где запасы природного газ незначительны [5].

### Литература

1. Энергетический баланс Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. к-т Республики Беларусь; редкол. : И.В. Медведева (предс.) [и др]. – Минск, 2019. – 151 с.
2. Седнин, В.А. Обзор состояния развития технологий комбинированного производства электрической и тепловой энергии на биомассе / В.А. Седнин, А.В. Седнин, А.И. Левшеня, Д.Л. Кушнер // Энергия и менеджмент, №3, 2012. – С. 12-17.
3. Martin Lambert. Power-to-Gas: Linking Electricity and Gas in a Decarbonising World? Oxford Energy Insight: 39, October 2018.
4. Седнин, В.А. Комбинированная энергетическая установка на биомассе / В.А. Седнин, А.В. Седнин, А.И. Левшеня, Д.Л. Кушнер // Энергия и менеджмент, №5, 2011. – С. 14-17.
5. Матявин, А. А. Утилизация диоксида углерода путем его преобразования в синтетический природный газ / А. А. Матявин, А. В. Филев, А. А. Седнин // Наука –

образованию, производству, экономике : материалы 16-й Международной научно-технической конференции. - Минск : БНТУ, 2018. - Т. 1. - С. 85.

УДК 621. 923

## ВИДЫ СОВРЕМЕННОГО ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Пенкина А.Д., Ломонос П.И.  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail: Lucian\_n@bk.ru

**Summary.** Overview of modern methods of high-speed grinding, which are the basis of precise processing for parts made of hard-to-process materials.

Современное высокоскоростное шлифование делится на различные методы (рис. 1).



Рисунок 1 – Виды современного высокоскоростного шлифования

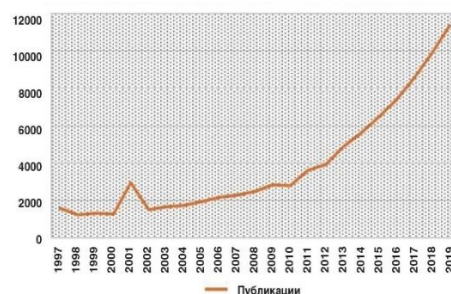


Рисунок 2 – Рост публикаций по высокоэффективным видам шлифования, в частности HPG и HEDG

Так согласно принятым стандартам скоростное шлифование достигается при скорости вращения круга 35–60 м/с, а высокоскоростное — свыше 60 м/с (High Speed Grinding — HSG). Хорошо известно, что повышение скорости без изменения подачи детали позволяет повысить стойкость шлифовального круга в 1,5...2,5 раза благодаря уменьшению средней толщины стружки и, следовательно, нагрузки на зерно и снизить шероховатость шлифованной поверхности Ra за счет уменьшения глубины врезания отдельных зерен при постоянном съеме металла. Исследования отечественных авторов в основном ограничивались значениями окружной скорости круга в пределах 60...80 м/с.

Следующий вид это ультраскоростное шлифование. Лабораторные испытания для которого проводились и проводятся при скоростях, достигающих 400 м/с. Ультраскоростное шлифование сейчас считается «революционным» процессом, который приведет к изменению всех, без исключения, аспектов, относящихся к шлифованию в частности и к производству вообще. Международная академия производственных технологий (CIRP) относит ультраскоростное шлифование к одному из главных направлений исследований в XXI веке.

По установленным зависимостям. Рост температуры можно видеть при повышении скорости шлифования до 100 м/с, а дальнейшее увеличение скорости круга приводит к снижению температуры. Установленная зависимость идентична для разных характеристик шлифовальных кругов. Поверхность детали не находится в тепловом равновесии. Тепловой импульс сначала распространяется по поверхности, прежде чем он проникает в заготовку. Нагретая поверхность облегчает удаление следующего элемента стружки и, таким образом,

уменьшает силы шлифования. Однако, прежде чем тепло может распространиться на поверхности, следующий элемент стружки удаляется, забирая тепло с собой. Критическая скорость круга, во время которой эти эффекты начинают проявляться, составляет около 100 м/с. Когда скорость круга превышает критическое значение, быстрое удаление стружки снижает температуру поверхности детали.

Последние 30 лет активно развивается новый вид шлифования — быстроходное шлифование (Speed-Stroke Grinding — SSG), позволяющее, с одной стороны, обрабатывать новые материалы, с другой, существенно повысить эффективность процесса при обработке традиционных сталей и сплавов. Процессом быстроходного шлифования предлагается называть процесс, характеризующийся высокой скоростью перемещения стола, до 200 м/мин при ускорении до 50 м/с<sup>2</sup>, глубине резания 0,001...1 мм и скорости круга 30...200 м/с. Фактически представленный процесс является комбинированным с HSG, поэтому некоторые исследователи сочетание видов шлифования SSG и HSG называют новым методом — высокоскоростным быстроходным шлифованием (High-SpeedStroke-Grinding — HSSG). При плоском быстроходном шлифовании составляющая силы резания  $P_y$  в диапазоне скоростей шлифования 30...120 м/с снижается с увеличением скорости стола при постоянном удельном съеме  $Q_{уд}$ . Наименьшие значения  $P_y$  достигаются при скорости шлифовального круга 120 м/с. Большинство исследователей обосновали преимущества быстроходного шлифования SSG, обратив особое внимание на тот факт, что в данном процессе формирование стружки начинается раньше, чем при традиционном шлифовании. Соответственно это приводит к увеличению толщины среза, соответственно по сравнению с традиционным шлифованием изменяется соотношение между пластической и упругой деформациями. Процесс стружкообразования облегчается. Трение в зоне зерно–материал снижается, что наряду со снижением времени контакта снижает энергетическую и тепловую напряженность процесса.

CFG-процесс—это хорошо известный в инженерной практике процесс глубинного шлифования, используемый, как правило, для врезного шлифования различных пазов, выемок и аналогичных профилей в аэрокосмическом и станкостроительном производстве. CFG-процесс имеет ряд неоспоримых преимуществ перед традиционным шлифованием.

В 1994 г. в Германии были проведены первые опыты комбинирования трех передовых технологий: управляемых компьютерами CNC станков-автоматов, боразоновых CNB-кругов и HEDG-технологий. Комбинированный процесс получил название Quick-Point Grinding (QPG) (точечное скоростное шлифование) и используется при круглом шлифовании валов и дисков.

При QPG ось круга повернута по отношению к оси вращения заготовки таким образом, что формируется малый, «точечный» контакт круга с заготовкой. В работах показано, что схема QPG весьма гибкая (за счет управления углами наклона круга и размерами площадки контакта «круг–заготовка»), производительная и позволяет добиться высокой стойкости круга при снижении стоимости операции. Группа «Фольксваген-Китай» обрабатывает распределительные валы автомобилей кругами CNB. Применяются многокруговые CNC-станки различных немецких фирм. Каждый кулачок обрабатывается отдельным кругом. Частота вращения шпинделя 4300...4500 об./мин, при этом стойкость кругов между правками составляет 3000 деталей.

В дальнейшем высокоскоростное шлифование будет еще активнее развиваться. Это хорошо видно из роста числа публикаций по высокоскоростному шлифованию (рис.2). Наиболее перспективным будет ультраскоростное шлифование, которое активно тестируется в лабораториях. Успешное внедрение новых методов обработки, требует рационально подобранных подсистем станка, шлифовального круга, системы СОЖ и технологии обработки.

## Литература

1. Ермолаев В. К. Современные шлифовальные станки: новые методы абразивной обработки // РИТМ машиностроения. 2017. № 10.
2. Ермолаев В. К. Высокоэффективное шлифование — новые технологии и оборудование // РИТМ машиностроения. 2020. № 4. С. 14–22.
3. Пилинский А. В. Инновационные методы и вызовы в скоростном и сверхскоростном шлифовании // Вектор науки ТГУ. 2015. № 2 (32–2).

УДК 080200

## STABILITY ANALYSES OF A DRILL STRING SYSTEM

Hongyuan Sun

Shenyang Institute of Technology

e-mail: 1359726105@qq.com

**Summary.** To avoid stick-slip vibration, one of the most important forms of self-excited vibrations in deep hole drilling, this paper studies the stability a drill system based on a two-degree-of-freedom discrete model. It is a state-dependent delay model that could describe the non-linear dynamic characteristic of drilling systems more accurately, compared with the traditional constant delay models.

**Keywords:** stick-slip vibration; self-excited vibration; state-dependent delay

### 1. Introduction

Delay differential equations often appear in various fields of science and engineering, such as control systems, lasers, neuroscience and cutting process dynamics. For cutting dynamics, the cutting effect of tools can cause vibrations in the cutting system, resulting in accelerated wear of tools and influencing the cutting process in machines (turning, milling and grinding), coal seam mining, geological prospecting and oil drilling.

In this paper, a two-degree-of-freedom model considering axial and torsional vibration was established, and the linear stability and the characteristics of Hopf bifurcation of the drilling system were studied by using the method of multiple scales.

### 2. Dynamic Model of Drilling System

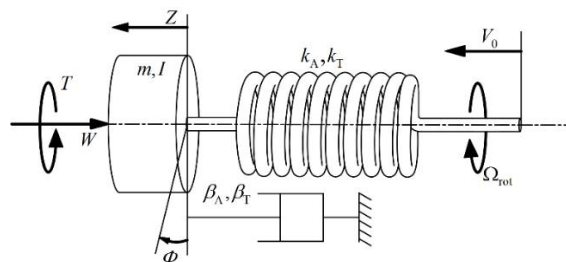


Figure 1. Dynamic model of the drill string system.

The dynamic equations of the drill string system for the SDD model and CD model can be written as:

$$m\ddot{z}(t) + \beta_A \dot{z}(t) + k_A z(t) = -\zeta saN \left[ z(t) - z_\tau - \frac{V_0}{\Omega_{rot}} (\phi(t) - \phi_\tau) \right] \quad (1)$$



$$I\ddot{\phi}(t) + \beta_r \dot{\phi}(t) + k_r \phi(t) = -\frac{1}{2} sa^2 N \left[ z(t) - z_\tau - \frac{V_0}{\Omega_{tot}} (\phi(t) - \phi_\tau) \right] \quad (2)$$

$$m\ddot{z}(t) + \beta_A \dot{z}(t) + k_A z(t) = -\zeta saN [z(t) - z_\tau] \quad (3)$$

$$I\ddot{\phi}(t) + \beta_r \dot{\phi}(t) + k_r \phi(t) = -\frac{1}{2} sa^2 N [z(t) - z_\tau], \quad (4)$$

where  $z_\tau = z(t - t_n)$ ,  $\phi_\tau = \phi(t - t_n)$ .

### 3. Stability Analysis

The dynamic equations of the drilling system have a stable solution, i.e.,  $z(\tau) = \phi(\tau) = 0$  (drilling without vibration), which is the equilibrium point of the system. The stability of the equilibrium point is analyzed in this section. The linearized homogeneous state vector equation can be obtained as:

$$\dot{x}(\tau) - Ax(\tau) - Bx(\tau - \tau_{n0}) = 0 \quad (5)$$

This is a delayed differential equation, and its characteristic equation is:

$$|\lambda I - A - e^{-\lambda \tau_{n0}} B| = 0, \quad (6)$$

where  $\lambda$  denotes an eigenvalue of the linearized system and the exponential term appears due to the time delay.

There are an infinite number of eigenvalues in Equation (6). The drill string system is stable only when all the eigenvalues have negative real part ( $Re(\lambda) < 0$ ), otherwise the system is unstable. Pure imaginary eigenvalues ( $Re(\lambda) = 0$ ) corresponding to a specific condition determine the stability boundaries that divide the stable and unstable regions.

There are seven lobes in the Figure 2; the upper part of the lobe is the instability of the drilling system, the lower part of the lobe is the stable interval, and the lobe represents the critical cutting depth. In the case of drilling, the appropriate control parameters  $\Omega$  and  $\rho$  can be chosen through the stability lobes to realize a working condition without stick-slip vibration and improve drilling efficiency. From the figure, it can be seen that the system stability interval increases with non-dimensional rotational speed. On the other hand, the stability boundaries are higher for the state-dependent delay model than for the constant delay model. For the SDD model, the system stability interval increases with the control parameters  $\rho$ .

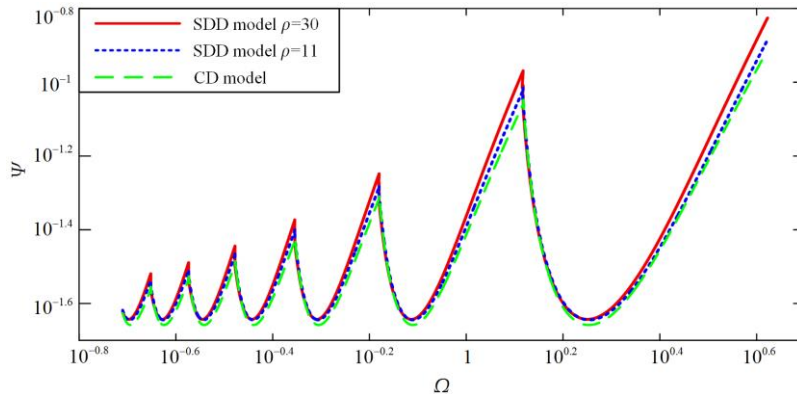


Figure 2. Stability charts of SDD and CD model.

#### 4. Conclusions

This paper simplified the drilling system to a two-degree-of-freedom discrete model and studied the stability for two kinds of delay models (CD model and SDD model) in stick-slip vibration that are caused by regenerative cutting. The results show that the stability interval of the drilling system increases with rotational speed. In the stability analysis, the stability difference between CD model and SDD model is very small when the control parameter  $\rho$  is small. However, when the control parameter  $\rho$  become large, the stable intervals of the SDD model are bigger than those of the CD model, which means the SDD model can be applied to a wider operational range.

In conclusion, the SDD model can be applied to a wider operational range than the CD model, and can better reflect the non-linear nature of the drilling system. Moreover, the stability bounds of the SDD model are higher than for the CD model. The method and results can be adopted for deep hole drilling stability prediction and provide a reference for the dynamic optimization design.

### STUDY ON THE INSULATION PERFORMANCE USING THE OPTIMIZED CHARGE SIMULATION METHOD

*Wu Qi, Kong Dewei*

*School of Information and Control, Shenyang Institute of Technology, China*

*e-mail: wuq\_2009@163.com*

**Summary.** *A new approach for the computation of electric fields is described, based on the response surface methodology (RSM) and geometric feature charge simulation method (GFCSM). And the novel combination of RSM and GFCSM is applied to calculate the electric field of the high voltage SF6 arc quenching chamber in this paper. The electric field distribution with higher calculation precision has been achieved. The results of the comparison between the conventional and proposed techniques are presented. Moreover, the new approach proves to be more efficient, minimizing computation of the electric field with multi dielectric medium.*

**Keywords.** *Electric field, CSM, RSM, SF6 arc quenching chamber*

#### Introduction

The numerical computation of electric field plays very important role in analyzing the insulation performance and R&D of the high voltage electrical apparatus[1-2]. Numerical computation method of electric field covers boundary division and domain division method. In which, as one of the boundary division method, charge simulation method (CSM) has higher calculation precision[3-4]. For the application of the conventional CSM, in order to obtain the reasonable matching relationship between the fictitious simulation charges and the contour points, the number and the allocation of the fictitious simulation charges need to do many manual adjustments and amendment. However, the adjustment work is tedious. For solving the above limitations, a novel geometric feature charge simulation method (GFCSM) is proposed.

With the increase of the voltage, for the electrical appliance, the electric field calculation models become more complicated, and calculation time is relatively long. Besides, the goal variable is generally nonlinear and the field boundary is relatively complex. For solving the concrete problems, the response surface methodology (RSM) is applied. RSM can be used in many spheres[5] such as microbiol, mechanical science and food science, etc. It can be used for modeling and analyzing the response problem influenced by many variables, and the response variables are optimized. The application of RSM is to improve the calculation efficiency and guarantee the algorithm precision.

The RSM-GFCSM

The principle of RSM-GFCSM is described as follows:

Using the GFCSM, the coordinates and the electrical quantities of the simulation charges are the designed variables,  $E_{max}$  is the response variable and the potentials of the testing points are the constraint. And based on the principle of RSM, the RSM modeling is obtained. The response surface optimization is described by

$$\begin{cases} \min & y = f(x) \\ s.t. & v_i(x) = u_i \quad (i = 1, 2, \dots, NT) \\ d.v. & x_{jl} \leq x_j \leq x_{ju} \quad (j = 1, 2, \dots, N) \end{cases} \quad (1)$$

where,  $f(x)$  is the response variable,  $u_i$  is the constraint,  $x$  is the designed variable,  $NT$  and  $N$  is the number of testing points and simulation charges. The best response variables and the correspondingly designed variables are solved using the linear least square method, and calculate the electric fields in the whole domain.

#### Electric Field Calculation and Analyses

The solution of the potential distribution of the fictitious simulation charges configuration with RSM-GFCSM indicates that the time required can be effectively reduced. Compared with the conventional CSM, it can be seen that, the unnecessary pre-adjustment for the conventional CSM can be eliminated. By analyzing the electric field calculation error for CSM and RSM-GFCSM, the feasibility and validity of the RSM-GFCSM is verified.

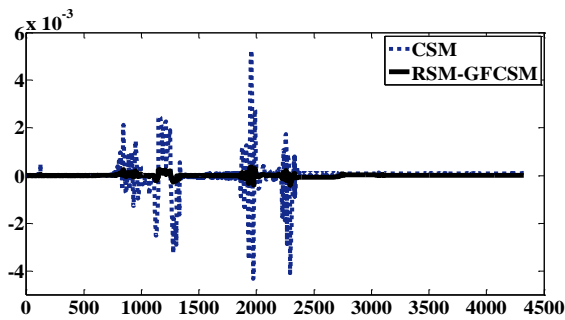


Fig.1 Electric potential error of the testing points for CSM or RSM-GFCSM

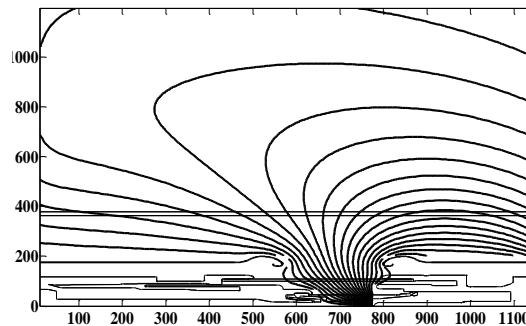


Fig.2 Equal potential distribution using RSM-GFCSM

#### References

1. Habib M A, Khan M A G, Hossain M K, et al. "Investigation of electric field intensity and degree of uniformity between electrodes under high voltage by Charge Simulation Method," International Conference on Computer and Information Technology, IEEE, 2014.
2. Liu Lianguang, Ma Chenglian. "Calculation of multi-layer soil earth surface potential distribution of HVDC due to finite element method," Power System Protection and Control, vol. 43(18), pp. 1-5, 2015.

3. Habib M A, Khan M A G, Hossain M K, et al. "Investigation of electric field intensity and degree of uniformity between electrodes under high voltage by Charge Simulation Method," Computer and Information Technology (ICCIT), 2014 17th International Conference on, IEEE, 2015.
4. Wedaa H, Abdel-Salam M, Ahmed A, et al. "Two-dimensional mode-lling of dielectric barrier discharges using charge simulation technique-theory against experiment," Iet Science Measurement Technology, vol. 8(5), pp. 285-293, 2014.
6. Barmuta P, Ferranti F, Gibiino G P, et al. "Compact behavioral models of nonlinear active devices using response surface methodology," IEEE Transactions on Microwave Theory & Techniques, vol. 63(1), pp. 56-64, 2015.

## SELECTION OF HEAT STORAGE MOLTEN SALT USED IN SOLAR TOWER THERMAL PLANTS

*Runda Li*

*Northeastern university, School of materials science and engineering*

**Summary.** *The advantage of molten salt being as the heat storage material of solar thermal plant is clear. With the advantages of solar thermal plant system especially the tower system being more and more apparent, the improvement of molten salts' working temperature has drawn more and more importance too. Molten salts already existing and being used are mainly nitrates, however their admitted working temperature limitations can't gradually satisfy the promotion of collector's working temperature. The conception and theory together with three forms in existence are introduced, with analyzing of current salts, the selecting method of salts in solar tower thermal plant system and cautions in experiment are discussed too.*

By analyzing of research already published, it's available to recognize that the tower solar thermal plant's potential is still huge, as well as the space of optimization of the molten salt.

Nowadays the development of Solar heat plants is more and more accelerated, due to the problem of the shortage of energy as well as the emission of utilizing traditional energies. It is a cutting-edge technology transforming sun light to electricity by collecting the heat and propelling the turbine to generate electricity. However, the problem of the inadequate quality of molten salt is thorny which puts barrier to this technology's development. This program is aimed at contributing to improve the molten salt's quality.

After referring to existing research fruits, we drew some conclusions, which are as follows:

The main methodology of improving the capability of molten salt being the medium of heat flow is to reduce its melting point while increasing its boiling point. It is because salts block the tube at night or in other conditions without sun light, and in some extreme conditions with high temperature molten salts may decompose, causing serious damage to the whole system. As a result, the turbine and the circulation system will be hard to re-start. Hence, reducing the melting point while improving the stability in high temperature conditions is one of the most powerful solution towards this problem.

Moat accepted salts are nitrates, other than that, some are chlorides, but there is so few cases of molten salt applied being carbonates.

Compared with people's preference utilizing nitrates and chlorides, carbonates have huge potentials. Today's plants suffer from the low working temperature limit of nitrates and the corrosive effect using chlorides, while carbonates are much more suitable for high temperature conditions. Moreover, it has no or very little caustic properties, even though some of them may be prone to degrade in too high temperature (usually above 800 °C, which is relatively hard for the solar plant heat collector to obtain.

The main reason that carbonates are not highly applied is that the melting point is too high, usually above 500°C, which exacerbate the block of tubes and turbines. After analysis, we noticed that increasing the complexity of components can effectively reduce the melting point of the mixture compared with the counterpart pure substance. It is probably because the force between atoms are weakened after the solid solution, or the fracture of bonds in associated molecules in pure crystals. Therefore, the growth of melting point due to the application of carbonates are purely offset.

In brief and to conclude, one of potential ways to improve the capability of molten salt in solar heat plants is to change the species of salts, especially applying multicomponent salts.

### Reference

- [1] 袁炜东.国内外太阳能光热发电发展现状及前景[J].电力与能源,2015,36(4):487-490
- [1] 沈向阳,丁静,彭强,等. 高温熔盐在太阳能热发电中的应用[J]. 广东化工,2007,34(11) : 49-52
- [1] 胡其颖.太阳能热发电技术的进展及现状[J].能源技术,2005,26 (5) : 200-207
- [1] 葛志伟,叶峰, Mathieu Lasfargues,杨军, 丁玉龙.中高温储热材料的研究现状与展望[J].能源科学与技术,2012,1(2):89-102
- [1] 张焘,张东.无机盐高温相变储能材料的研究进展与应用[J].无机盐工业,2008,40(4):11-14
- [1] 任楠,王涛,吴玉庭,马重芳. 混合碳酸盐的 DSC 测量与比热容分析[J]. 化工学报,2011,62 (S1) : 197-202
- [1] 张静,闫全英,刘莎. 三元混合熔盐的制备与实验研究[J]. 化工新型材料,2010,47 (6) : 189-192
- [1] 王婧璇. 太阳能高温蓄热多远混合熔盐的制备和热性能的研究[D]. 北京:北京建筑大学,2017.
- [1] 孙李平,吴玉庭,马重芳. 太阳能高温蓄热熔融盐优选的实验研究[J]. 太阳能学报,2008,29 (9) :1092-1095
- [1] 魏高升,邢丽婧,杜小泽,杨勇平. 太阳能热发电系统相变储热材料选择及研发现状[J]. 中国电机工程学报,2014,34 (3) :325-335
- [1] 胡宝华,丁静,魏小兰,彭强,廖敏. 高温熔盐的热物性测试及热稳定性分析
- [1] 王惠杰,董学会,晷永超,杨杰,罗天赐,于佼,何仑. 熔盐储热形塔式太阳能与燃煤机组耦合方式及热力性能分析[J]. 热力发电,2019,48(7):47-52
- [1] Matthias Wagner. Thermal Analysis in Practice[M]. 东华大学出版社:上海,2010:1-2
- [1] 郭茶秀,张务军,魏新利. 新型高温潜热储能系统的性能研究[J]. 基础研究,2007,07(004):13-20
- [1] 尹辉斌,丁静,杨晓西,廖敏. 碳酸熔盐传热蓄热材料的制备与热性能[J]. 工程物理学报,2013,34(5):952-956
- [1] 魏小兰,谢佩,张雪钊,王维龙,陆建峰,丁静. 氟化物熔盐的制备及其热物性研究 [J]. 化工学报,2020,10.11949/0438-1157.20191541:http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1946.TQ.20200318.1432.007.html

## ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕГКООКИСЛЯЕМЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

*Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Будницкий А.С.  
Белорусский национальный технический университет*

**Summary.** *Studies of the influence of the amplitude, frequency and duration of pulses on the surface quality of titanium, zirconium and magnesium alloys during pulsed electrochemical polishing are presented.*

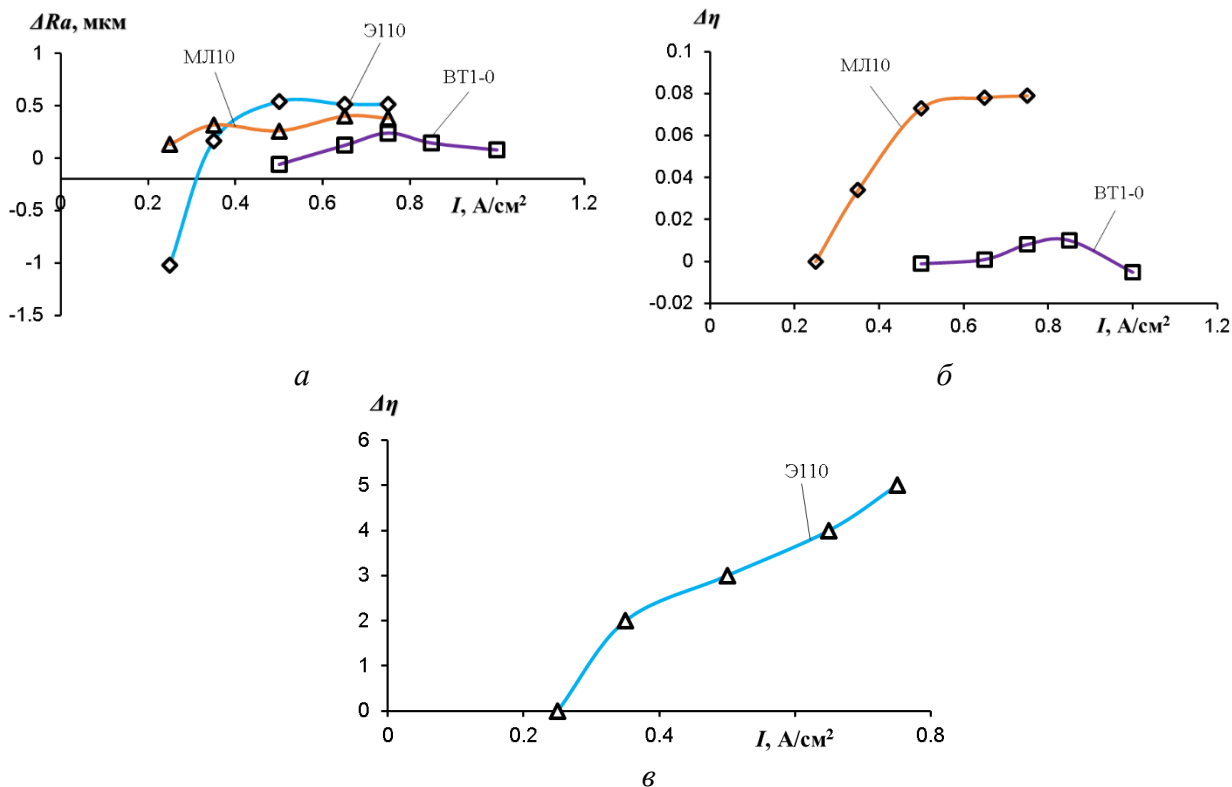
Применение импульсов микросекундной длительности (от 10 до 100 мкс) при электрохимическом полировании легкоокисляемых металлов и сплавов на их основе позволило существенно повысить качество обработки поверхностей по сравнению с результатами, полученными на постоянном токе с применением традиционных кислотных электролитов, в том числе токсичных, используемых обычно для труднообрабатываемых материалов. Микросекундные импульсы прямой и обратной полярности позволили создать активные участки растворения за счет релаксации электролита в паузе между рабочими импульсами, а также за счет возможности поддержания на аноде значения положительной составляющей поляризующего тока, где сохраняется активированное состояние поверхности, при этом не успевают развиваться диффузионные ограничения [1].

В работе приводятся результаты исследований влияния характеристик импульсов на качество поверхности в процессе импульсного электрохимического полирования легкоокисляемых металлов и сплавов на их основе.

Исследование влияния амплитуды, частоты и длительности импульсов, оказывающих основное влияние на скорость анодного растворения и пассивации поверхности в процессе импульсного электрохимического полирования, проводилось при частичном погружении в электролит плоских образцов из титана ВТ1-0 с размерами 40x10x1 мм, из магниевых сплавов МЛ10 с размерами 50x10x3 мм и цилиндрических образцов из циркониевого сплава Э110 с размерами  $\varnothing 10 \times 10$ . Площадь погружаемой части образцов составляла – 4 см<sup>2</sup>.

Качество обработки оценивалось по изменению шероховатости поверхности и по изменению коэффициента отражения. Оценка производительности выполнялась по изменению массы образцов в результате обработки. Шероховатость поверхности образцов до и после обработки измерялась профилометром MarSurf PS1. Массу образцов до и после обработки определяли с помощью аналитических весов Ohaus Pioneer PA214. Выполнение измерений коэффициента отражения на образцах выполнялось на специальном приспособлении, принцип работы которого заключается в сравнении обработанной поверхности с эталоном и получении количественной характеристики поверхности в процентах.

На рис. 1 представлены зависимости изменения шероховатости и коэффициента отражения поверхности образцов от амплитуды анодного импульса для трёх исследуемых материалов. Для титана ВТ1-0 существенное повышение качества поверхности достигается при плотности тока 1 А/см<sup>2</sup>. Для магниевых сплавов МЛ10 повышение плотности тока от 0,25 до 0,75 А/см<sup>2</sup> приводит к уменьшению изменения шероховатости поверхности более чем в два раза, однако при плотности тока 0,5 А/см<sup>2</sup> отмечается заметное повышение коэффициента отражения поверхности. Для циркониевого сплава Э110 при повышении плотности тока с 0,25 до 0,75 А/см<sup>2</sup> заметна положительная тенденция к повышению коэффициента отражения поверхности. При этом максимальное снижение шероховатости обеспечивается при значениях плотности тока от 0,5 до 0,75 А/см<sup>2</sup>.



*а – изменение шероховатости Ra для BT1-0 и МЛ10, б – изменение коэффициента отражения для BT1-0 и МЛ10, в – изменение коэффициента отражения для Э110*

Рис. 1. Зависимости изменения шероховатости и коэффициента отражения от амплитуды анодного импульса (плотности тока)

По результатам исследований получены рекомендуемые амплитудно-временные характеристики для импульсного электрохимического полирования исследуемых материалов. Для образцов из титана BT1-0 высокое качество поверхности достигается при плотности тока  $1 A/cm^2$ , частоте следования импульсов  $6 kГц$  и длительности катодного и анодного импульсов  $60 \mu s$ . При этом шероховатость и коэффициент отражения поверхности после  $1,5$  мин обработки достигает значений  $-0,46 \mu m$  и  $0,16$  соответственно при исходных значениях шероховатости и коэффициента отражения  $-0,621 \mu m$  и  $0,01$ .

Электрохимическое полирование образцов из сплава магния МЛ10 целесообразно выполнять при плотности тока  $0,5 A/cm^2$ , высоких частотах следования импульсов ( $5 kГц$  и более) и низких длительностях импульсов ( $30 \mu s$  и менее). Установленные амплитудно-временные параметры позволяют повысить изменение шероховатости и одновременно существенно повысить коэффициент отражения поверхности.

По результатам обработки образцов из сплава циркония Э110 обнаружено, что при плотности тока  $0,5 A/cm^2$ , изменение шероховатости поверхности принимает максимальные значения. Рекомендуемая частота следования импульсов и длительность импульсов для циркониевых сплавов  $-0,5 kГц$  и  $600 \mu s$  соответственно. При этом обеспечивается наилучшее качество поверхности.

### Литература

1. Применение биполярных микросекундных импульсов для электрохимического полирования легкоокисляемых металлов и сплавов / А.Э. Паршутто, А.Ю. Королёв, А.С. Будницкий // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: мат. Междунар. науч.-техн. конф.*, Могилев, 25–26 апреля 2019 г. – Могилев: БРУ, 2019 – С. 59–60.

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМОВ ШАГАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ И ОТВАЛООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

*Щигельская А.Д., Боровик И.С., научный руководитель - Басалай Г. А.  
Белорусский национальный технический университет  
e-mail patton8fatton@gmail.com*

**Summary.** The analysis of the factors influencing the stability of walking excavators and overburden spreaders is carried out. The method of calculating the main parameters of the walking mechanisms of mining machines is presented. The simulation of the movement of a spreader equipped with a cam walking mechanism has been performed. The analysis of parameters during the movement of an excavator equipped with a crank-and-rocker walking mechanism is carried out.

Шагающие экскаваторы и отвалообразователи характеризуются эксплуатационной массой в сотни тонн, а также большими габаритами при сравнительно небольшой опорной площади движителя [1–3].

### **1. Анализ факторов, влияющих на устойчивость шагающих экскаваторов и отвалообразователей.**

Одним из наиболее важных эксплуатационных свойств этих машин является достаточный запас устойчивости как в рабочем статическом положении, так и во время передвижения по технологической площадке. В первую очередь на этот показатель влияют физико-механические свойства несущего основания, сформированного складываемой пустой породой на солеотвалах, или вскрышными породами на карьерах. Во-вторых, это степень и равномерность уплотнения верхнего слоя технологической площадки, а также минимальные уклоны поверхности, формируемые бульдозерами. В-третьих, влияние на состояние породы, образующей несущее основание машин, интенсивных метеорологических осадков в виде дождя и снега, а также в межсезонные периоды, особенно в зимне-весенний период. Еще один фактор, способный негативно повлиять на устойчивость экскаватора – колебания земной поверхности в моменты периодических массовых взрывов на уступах карьера для предварительного разрыхления крепкой породы. Для отвалообразователей, имеющих в качестве исполнительного органа ленточный конвейер, существенным негативным фактором является ветровая нагрузка на элементы верхнего строения: выдающую консоль, пилон и полиспасты. Запас устойчивости экскаваторов зависит от динамических нагрузок, возникающих при заполнении ковша породой, а также во время маневрирования верхней поворотной платформы со стрелой.

В связи с вышеизложенным требуется жестко соблюдать режимы эксплуатации и предписания по безопасному ведению горных работ с применением шагающих экскаваторов и отвалообразователей.

### **2. Расчет основных параметров механизмов шагания горных машин.**

Применение в горных машинах шагающих движителей можно объяснить с точки зрения преимущества их эксплуатационных параметров по сравнению с колесными и гусеничными. Особенно это проявляется применительно к крупногабаритным и массивным машинам, какими являются экскаваторы-драглайны и ленточные отвалообразователи. Помимо вышеуказанных конструктивных особенностей этих машин на выбор в качестве движителя шагающих механизмов влияют также условия и режимы их работы на технологических площадках – уступах карьеров или формируемых отвалах пустой породы.

При проектировании горных машин на этапе общей компоновки по заданным технологическим условиям, а также, исходя из массово-геометрических характеристик формируемого объекта, производится выбор типа и расчет параметров механизма шагания. В первую очередь определяются геометрические параметры опорных элементов движителя



(диаметр опорного круга, длина и ширина лыж) исходя из допустимого давления в пятне контакта с несущим основанием.

Следующие этапы расчета – это выбор геометрических параметров основных звеньев опорно-приводного механизма, определение мощности для работы механизма шагания, а также проверка условий возможности перемещения машины. В своих исследованиях авторы используют методики, изложенные в работах [4–6].

### **3. Моделирование движения отвалообразователя, оснащенного кулачковым механизмом шагания.**

Современные отвалообразователи оснащаются как кулисными, так и кулачковыми механизмами шагания. Основными подвижными звеньями каждого из двух синхронно работающих кулачковых механизмов шагания являются приводной вал с закрепленным на нем эксцентрично колесом (кулачком), на котором сбоку установлен ролик, а также профильная рамка с закрепленными на ней сбоку вертикальными направляющими, а снизу – опорной лыжей. При синхронном вращении приводных валов колеса перекачивается по внутренним полостям профильных рамок, их ролики скользят между вертикальными направляющими обеспечивая опорным лыжам вертикальное и горизонтальное перемещения в пределах одного полного оборота валов.

Работа кулачкового механизма шагания вызывает существенное изменение координат центра масс машины, а также появление значительных опрокидывающих моментов от инерционных сил.

В связи с вышеуказанной актуальной проблемой является обеспечение требуемого запаса устойчивости отвалообразователей в процессе их передвижения.

В работе сформированы расчетная модель, а также алгоритм для описания траекторий движения как основных звеньев, так и центра масс машины. По исходным данным из конструктивных параметров применяемых на ОАО «Беларуськалий» отвалообразователей производства Солигорского Института проблем ресурсосбережения с Опытным производством проведено моделирование процесса шагания машины и выполнен анализ динамических нагрузок на опорные элементы в характерных фазах синхронного поворота приводных валов.

### **4. Анализ параметров при движения экскаватора, оснащенного кривошипно-коромысловым механизмом шагания.**

Шагающие экскаваторы-драглайны повсеместно применяются при вскрытии месторождений полезных ископаемых для отсыпки и перевалки пустой породы в отвалы, а также на разрабатываемых карьерах для экскавации полезного ископаемого по контуру нижнего откоса по отношению к положению машины и формированию промежуточных складочных единиц на верхних уступах. Технологической площадкой для них являются уступы карьера. В процессе работы экскаватор опирается на круглую базу. Для обеспечения запаса устойчивости машины как в рабочем режиме, так и при ее передвижении по мере изменения фронта работ требуется постоянный технологический контроль и подготовка поверхности уступа с использованием бульдозера.

Особенностью передвижения шагающего экскаватора является неполный отрыв опорной базы от несущего основания. Это требует всестороннего анализа кинематических и динамических параметров машины с учетом физико-механических свойств массива породы.

В работе использована расчетная модель, а также алгоритм для описания траекторий движения как основных звеньев, так и центра масс шагающего экскаватора-драглайна по мере полного оборота ведущих звеньев – кривошипов [4]. Для описания положения машины, особенно во второй и третьей фазах шагания, используются подвижная и неподвижная системы координат.

## *Литература*

1. Волков Д.П. Динамика и прочность многоковшовых экскаваторов и отвалообразователей / Д.П. Волков, В.А. Черкасов. - М.: Машиностроение, 1969. – 408 с.
2. Падерни Р.Ю. Горные машины / Р.Ю. Падерни. - М.: Недра, 1980. – 390 с.
3. Суслов, Н.М. Совершенствование шагающих механизмов, повышающее их эффективность / Н.М. Суслов, С.А. Чернухин. // Известия УГГУ, Вып. 3(51), 2018. – С. 106-113.
4. Басалай, Г.А. Моделирование движения экскаватора, оснащенного кривошипным механизмом шагания. / Г.А. Басалай // Горная механика и машиностроение. – 2015. – №2. – С.52-62.
5. Казаченко, Г.В. Горные машины. Ч.1. Основы теории. / Г.В. Казаченко [и др]. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – С. 150-167.
6. Казаченко, Г.В. Горные машины. Ч.2 / Г.В. Казаченко, В.Я. Прушак, Г.А. Басалай. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 228 с.

# СЕКЦИЯ «ЦИФРОВАЯ СОЦИАЛИЗАЦИЯ: МЕДИАПРОСТРАНСТВО, ТЕНДЕНЦИИ И ПЛАТФОРМЫ, МОЛОДЕЖЬ И ОБЩЕСТВО (СРЕДА, КОММУНИКАЦИИ)»

УДК 316.77

## КИБЕРСОЦИАЛИЗАЦИЯ МОЛОДЕЖИ НА ПРИМЕРЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «КРОК»

*Лосик А. А., Буховец М. А.*

*Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»  
e-mail: anton.zews1995@gmail.com, maximbuhovets@gmail.com*

**Summary.** *Since communication plays a large role in the formation and development of a personality, it is important to study the characteristics, forms of communication in online applications and the Internet. Mobile application «KROK» increases the level and quality of the educational process*

Современная эпоха характеризуется практикой широкого использования информационных технологий в различных сегментах жизнедеятельности человека. На сегодняшний день онлайн-приложения и интернет играют ключевую роль в жизни социума: с ними связана и познавательная, и трудовая, и коммуникативная активность человека. Благодаря интенсивному прогрессу, ИКТ преобразовались из системы передачи информации в особый «срез реальности» – виртуальную реальность (киберреальность). Поэтому исследование факторов становления и развития индивида в условиях киберреальности представляет собой одну из актуальных задач для социологии и всего социогуманитарного знания.

Однако активность человека в виртуальном мире киберпространства не ограничивается позицией его как зрителя, читателя или слушателя, он сам может организовывать и включается в действие, влиять на происходящее. Кроме того, социокультурные и экономические преобразования, происходящие в современном глобализированном сообществе, интенсивно влияют на различные сферы жизни людей.

В этой связи приобретают новую актуальность проблемы социализации человека, как многоаспектного процесса, в ходе которого осуществляется приобщение человека к «всеобщему социальному» и постоянное открытие, утверждение себя как субъекта культуры.

Чрезвычайно актуальным становится вопрос раскрытия сущности киберсоциализации, выявления представленности и влияния факторов киберпространства на процесс социализации личности.

Киберсоциализация человека – это локальный процесс качественных изменений структуры самосознания личности, происходящий в контексте социализации человека в киберпространстве [1]. Данный термин характеризует ситуацию, когда индивид выстраивает и корректирует коммуникацию в интернете с виртуальными агентами социализации, если они ему встречаются в качестве корреспондентов.

Поскольку общение играет большую роль в формировании и развитии личности, то важным является изучение особенностей и форм коммуникации в интернете. Интернет-среда существенно влияет на усвоение социальных норм, формирование ценностных ориентаций, результатом чего становится «информационный образ жизни».

Интернет – это лишь форма инструмента осуществления социальных коммуникаций. «Интернет» можно рассматривать с точки зрения источника новостных, научных данных, так же как средство массовой информации, социального общения [2]. Но как повлиял интернет на коммуникацию людей? Интернет уже давно не определяется людьми, как нечто новое, наоборот – люди всё больше и больше говорят о связи через интернет. Онлайн-приложения можно охарактеризовать, как новейший инструмент осуществления социальных коммуникаций через киберпространство и последующее преобразование данного пространства в киберреальность для всех пользователей мобильной платформы.

Приложение «KROK» представляет собой агрегированный набор основной информации, необходимой для проведения успешного образовательного процесса. Функционал «KROK» достаточно прост в использовании и в то же время покрывает основные потребности в информационном обеспечении учащихся и преподавателей. Приложение объединяет в себе функции простого мессенджера, расписание, заметки, новости, журнал успеваемости. Наличие данного мобильного приложения у куратора и группы студентов обеспечивает успешный, удобный и быстрый процесс коммуникации. В целом, необходимо отметить проблему, которую решает данное приложение: децентрализация основной информации, связанной с процессом обучения (точное расписание и новости университета – сайт университета, отметки – журнал преподавателя, связь с куратором – телефон либо мессенджер и т.д.).

Таким образом, в процессе киберсоциализации индивидом перестраиваются и сфера досуга, и информационная сфера, изменяются и характеристики учебного процесса. В виртуальном мире индивидам легко и свободно, ведь существует возможность с большей степенью вероятности удовлетворить свои желания и стремления, оптимизировать учебный процесс. Приложение «KROK» нацелено именно на данные процессы, гарантирующие развитие социума, а также совершенствование системы образования в контексте построения цифровой экономики Беларуси.

### *Литература*

1. Лосик, А. А. Киберсоциализация как современный социальный феномен / А. А. Лосик // Проблемы кибербуллинга: как сделать посещение интернета для детей и молодежи безопасным : материалы Междунар. науч.-практ. конф.; г. Свислочь, 30 нояб. 2017 г. / редкол. А. С. Лаптёнок (гл. ред.) [и др.] ; Институт социально-гуманитарного образования УО «Белорусский государственный экономический университет». – Минск : РИВШ, 2018. – С. 240–242.

2. Лосик, А.А. Проблемы и культура общения в сети Интернет / А. А. Лосик, Е. И. Шляпкин-Шляпков // Молодежь и научно-технический прогресс: сб. докладов XIII Межд. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 9 апр. 2020 г. / Губкин. филиал Белгород. гос. технолог. ун-та им. В.Г. Шухова ; сост.: Е. Н. Иванцова, В. М. Уваров [и др.]. – Губкин; Старый Оскол : ООО «Ассистент плюс», 2020. – Т.2. – С.335-337

## ТРАНСМИССИОННЫЙ МЕХАНИЗМ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Го Чжэнь, Ван Юань

Белорусский государственный университет

e-mail: 1964347670@qq.com e-mail: 1964347670@qq.com

**Summary.** *In the context of the continuous development of the digital economy, countries are paying more and more attention to its research. This article briefly introduces the definition of the digital economy with a focus on analyzing the transmission mechanism of the digital economy so that people understand how the digital economy contributes to the development of the national economy.*

**Keywords.** *digital economy, transmission mechanism, China, industrial park, ICT.*

**Аннотация:** *В условиях непрерывного развития цифровой экономики страны уделяют все больше внимания её исследованию. В этой статье кратко вводится определение цифровой экономики с упором на анализ передаточного механизма цифровой экономики, чтобы люди понимали, как цифровая экономика способствует развитию национальной экономики.*

**Ключевые слова:** *цифровая экономика, передаточный механизм, Китай, индустриальный парк, ИКТ.*

С наступлением четвертой промышленной революции страны начали обращать внимание на цифровую экономику. Экономическое развитие Китая, Беларуси, России, Европы и США в ближайшие десять лет во многом будет зависеть от того, смогут ли они успешно провести цифровую трансформацию и воспользоваться плодами цифровой экономики. Процесс промышленного развития Китая и Беларуси неотделим от цифровизации. В последние годы правительство Китая придавало большое значение индустрии 4.0 и приняло стратегию «Сделано в Китае 2025», надеясь реализовать цифровизацию промышленности, избавиться от новой нормы экономики Китая, повысить конкурентоспособность промышленности страны и не отстать от других стран в эпоху цифровой экономики. Цифровая экономика в Беларуси только в начале своего пути. Цифровизация экономики станет новым двигателем экономического роста Беларуси.

Цифровая экономика - это род экономической деятельности, в которой цифровые знания и информация используются как ключевые факторы производства, современные информационные сети - как важный носитель, а использование информационно-коммуникационных технологий - как важная движущая сила для повышения эффективности экономической структуры [1, с.12]. Методы цифровой трансформации, тенденции цифровой экономики, цифровые технологии уже изучены многими учёными. Проанализируем передаточный механизм цифровой экономики.

Под действием закона Мура цены на продукцию информационно-коммуникационных технологий снижаются, а инвестиции в ИКТ растут, делая ИКТ в значительной степени способными заменить труд, капитал и другие факторы производства и стать новым двигателем экономического развития. В процессе производства традиционных промышленных продуктов компании постепенно внедряют облачные вычисления, искусственный интеллект, машинное оборудование, 3D-печать и другие цифровые технологии для повышения эффективности производства, сокращения времени разработки продукта и экономии производственных и управленческих затрат [2, с.12]. В условиях эпидемии это позволяет использовать промышленную механизацию для активного снижения спроса на обычную рабочую силу. Беларусь должна способствовать комплексному развитию технологий цифровой экономики и реальной экономики, а также способствовать глубокой интеграции Интернета вещей, больших данных и искусственного интеллекта, что может значительно увеличить скорость трансформации цифровой экономики страны и способствовать ее развитию.

ИКТ могут дать такие преимущества, как универсальность и проницаемость. Они могут широко использоваться в различных социальных и экономических областях для повышения мобильности и синергизма различных секторов. По расчетам Национального бюро статистики Китая, доля цифровой экономики в сельском хозяйстве, промышленности и сфере услуг в 2019 году составит 8,6%, 9,3% и 36,6% соответственно. В таких областях, как современное сельскохозяйственное производство, интеллектуальное производство и финансовые услуги, цифровая экономика быстро развивается. Цифровая экономика в основном используется в области компьютеров, транспорта, связи, авиакосмической промышленности и энергетики, в обрабатывающей промышленности, а также в сфере передачи информации, информационного консалтинга и услуг в области информационных технологий в сфере услуг. Анализ экономической ситуации в Китае показывает, что цифровая экономика имеет прямую и полную корреляцию со всеми другими отраслями. В то же время в условиях глобальной эпидемической ситуации роль цифровых технологий в услугах общественного здравоохранения и защите жизни и здоровья людей постепенно становится очевидной. Местные органы власти также активно используют цифровые технологии для улучшения электронного правительства, медицины и здравоохранения, общественных услуг, безопасности занятости и т. д.

Цифровая экономика - это высокотехнологичная отрасль, в которой постоянно проводятся технологические инновации, исследования и разработки для значительного увеличения совокупной факторной производительности. Некоторые экономисты считают, что в условиях экономического спада цифровая экономика часто становится главной движущей силой восстановления экономики. Когда наступит экономический кризис, компании, переживающие цифровизацию, окажут определенное влияние на экономическую среду: с одной стороны, они могут предоставить буферы и техническую поддержку экономике в период спада; с другой стороны, на этапе восстановления экономики компании, завершившие цифровизацию, будут быстро развиваться. Благодаря технологическим инновациям повышается эффективность производства, стимулируется экономический рост и развитие промышленности, сельского хозяйства и сферы услуг. В 2019 г. мир охватила новая коронавирусная эпидемия, и китайская компания Alibaba активно использовала цифровые технологии для разработки программного обеспечения. После месяца напряженной работы было разработано программное обеспечение для удаленного офиса и онлайн-встреч, что в определенной степени способствовало возобновлению работы китайских компаний. Китайские производители программного обеспечения для Интернета, такие как Huawei, Xiaomi, JD.com и Baidu, активно внедряют цифровые технологии для продвижения цифровизации Китая.

Выводы. Как сторонник «Пояса и пути», Китай может не только помочь странам, находящимся на этом пути, развивать цифровую экономику, но также хочет сотрудничать со странами Евразии для построения цифровой экономики. Уровень развития цифровой экономики стран «Пояса и пути» неодинаков. Проект «Один пояс - один путь» открыл возможности для развития в Беларуси, Казахстане, России и других странах. Страны должны усилить строительство сетевой инфраструктуры, системы сетевой безопасности, а сотрудничество в области трансграничной электронной коммерции и обучения персонала на международном уровне позволит осуществить взлет цифровой экономики во время строительства «Пояса и пути» и построить «Цифровой шелковый путь». Цифровая экономика принесла с собой новые концепции и теории. Мы проанализировали трансмиссионный механизм цифровой экономики и полагаем, что влияние цифровой экономики на национальную экономику в основном отражается в эффекте замещения, эффекте проникновения, инновационном эффекте и эффекте промышленных связей. Есть надежда, что это будет способствовать развитию цифровой экономики в других странах, в том числе в Беларуси.

## Литература

1. Кан Вэй, Цзян Бао. Анализ коннотации, вызовов и контрмер цифровой экономики//Вэй Кан, Бао Цзян//Журнал Университета электронных наук и технологий Китая. –2018. –№ 5.–С 12-18.
2. Лу Чунконг. К новой эре цифровой экономики//ЧунконгЛу.// Фокус.2019–№ 3–С 1–8.

УДК681.518.5

## СОТРУДНИЧЕСТВО КИТАЯ И БЕЛАРУСИ НА ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМЕ

Гао Тэн

*Белорусский государственный университет*

**Summary.** *This article introduces the definition of an industrial Internet platform, analyzes the problems arising in the development of an industrial Internet platform in China, and proposes some solutions. China and Belarus should cooperate on industrial internet platform technologies, laws and regulations, platform network security and cross-domain integration.*

**Аннотация:** *В этой статье вводится определение промышленной интернет-платформы, анализируются проблемы, возникающие при разработке промышленной интернет-платформы в Китае, и предлагаются некоторые решения. Китай и Беларусь должны сотрудничать в области технологий промышленных интернет-платформ, законов и постановлений, сетевой безопасности платформы и междоменной интеграции.*

**Ключевые слова:** *Промышленная Интернет-платформа, Беларусь, Китай, искусственный интеллект, право.*

Платформа промышленного Интернета призвана создать современную промышленную экосистему, обеспечить передовое интеллектуальное развитие и заложить важную основу для интеллектуального производства[1, с.247]. Промышленная Интернет-платформа, как центр промышленных всефакторных соединений и ядро распределения промышленных ресурсов, занимает решающее положение в архитектуре промышленной Интернет-системы. Промышленная Интернет-платформа относится к области промышленной цифровой трансформации.

Сначала мы проанализируем статус-кво промышленной интернет-платформы Китая.

Количество промышленных интернет-платформ в Китае за последние пять лет выросло, но тех, которые имели бы определенный масштаб и приносили экономические выгоды не так много. Хотя некоторые промышленные интернет-платформы в настоящее время имеют функции технического отображения, им не хватает достаточных сценариев приложений (включая сценарии производственных процессов, сценарии управления качеством, сценарии обслуживания оборудования и сценарии управления энергопотреблением), что приводит к низкой эффективности использования платформы. Что касается промышленных технологий, у Китая все еще есть определенный отрыв от Евросоюза, США и Южной Кореи. Строительство сервисов и экология платформы.

Китай и Беларусь могут поощрять платформенные компании к внедрению искусственного интеллекта, VR / AR, блокчейна и других технологий через индустриальный парк Джуши, изучать применение новых технологий в различных промышленных сценариях, постоянно расширять экосистему многосторонней платформы и содействовать применению технологий больших данных. Сосредоточившись на моделировании и анализе больших промышленных данных, Китай ориентирован на такие приложения, как многомерная обработка гетерогенных данных, анализ данных временных рядов, моделирование массивных данных и других технологий и

механизмов, моделирование процессов, бизнес-моделирование и моделирование визуализации, а также на поддержание квалифицированных платформенных компаний в изучении экономики совместного использования и дальнейшего повышения жизнеспособности платформы.

В настоящее время промышленный Интернет Китая включает COsmoplat, индексы, корневое облако и т. д. Однако, во-первых, эти промышленные приложения не способны в полном объеме предоставлять услуги, их количество невелико, а сфера применения сосредоточена в таких областях, как аэрокосмическая промышленность, транспорт, энергетика и т. д. Способность промышленных приложений предоставлять услуги в других областях нуждаются в улучшении. Во-вторых, операционные возможности разработчиков недостаточны. В настоящее время лишь на нескольких платформах есть сообщество разработчиков, доля активных разработчиков мала, а экосистема разработчиков с несколькими участниками еще не сформирована. Беларусь как страна тяжелой промышленности имеет развитую промышленную систему в аэрокосмической, энергетической и других областях. Войдя в Китайско-белорусский индустриальный парк, китайские цифровые компании могут более тщательно проводить исследования и разработки в области платформенных технологий с Беларусью. Китай и Беларусь совместно исследуют передовое промышленное программное обеспечение и системы управления производством. Обе страны совместно продвигают интеграцию и применение искусственного интеллекта в промышленных микросервисных модулях и промышленных приложениях, раскрывают мощные функции и возможности нелинейного отображения машинного обучения и повышают надежность, интерпретируемость и саморазвитие модели.

В последние годы промышленная интернет-платформа Китая продемонстрировала тенденцию сосуществования нескольких типов, таких как интеллектуальные производственные платформы и платформы для эксплуатации оборудования. Различные промышленные интернет-платформы развивались независимо, и не были сформированы соответствующие технические стандарты для проектирования, разработки, строительства, эксплуатации и обслуживания платформ. Беларусь также находится на предварительной стадии цифровой трансформации промышленности. Поэтому ей следует сотрудничать с Китаем в разработке единой системы стандартов на промышленной интернет-платформе, содействовать потоку промышленных ресурсов между Китаем и Беларусью, способствовать развитию промышленных предприятий и сократить значительный разрыв с развитыми странами, такими как Германия и Япония.

Промышленная интернет-платформа объединяет различные ресурсы, такие как поток информации, поток капитала, поток данных, производственные инструменты и производственные возможности. Поскольку эти ресурсы объединяются в облаке, различная информация и связанные с ними протоколы также будут доступны в промышленном Интернете. Компании, занимающиеся промышленными интернет-платформами, сталкиваются с проблемой информационной безопасности в промышленных системах управления и испытывают недостаток в технических средствах безопасности [2,с.212]. Поэтому правительства Китая и Беларуси приняли законы о защите личной информации и в то же время укрепили техническое сотрудничество для повышения возможностей защиты промышленной информации двух стран.

Китай и Беларусь учитывают такие факторы, как архитектура промышленной интернет-платформы, методы доступа к устройствам и типы угроз безопасности. Исходя из требований к безопасности облачных платформ, Китай и Беларусь уделяют особое внимание сложным типам пользователей промышленных интернет-платформ, большому количеству и разнообразию приложений и микросервисов и т. д. Обе страны сосредоточены на безопасности промышленного уровня IaaS, безопасности промышленного уровня PaaS, безопасности промышленного уровня SaaS и безопасности данных, что поможет избежать промышленных корпоративных рисков, несанкционированного доступа к виртуальным машинам, микросервисам и уязвимым приложениям, а также повысит требования к защите данных от таких рисков, как вмешательство и утечка.

Выводы. В последние годы различные страны ускорили процесс цифровой трансформации и реализовали ряд национальных стратегий, направленных на развитие



промышленных интернет-платформ. Определенные успехи были достигнуты в развитии китайской промышленной интернет-платформы. Китаю и Беларуси необходимо совместно участвовать в исследованиях и разработке единой промышленной интернет-платформы компании, использующей управление данными и стандартные спецификации для обеспечения разумного потока данных, обмена, информационной безопасности и многопрофильной интеграции. Китай и Беларусь должны укрепить сотрудничество в области цифровой экономики и ускорить развитие промышленных интернет-платформ.

### *Литература*

1. Ван Юэ. Возможности и проблемы, стоящие перед строительством промышленной интернет-платформы//Ван Юэ. //Ценностная инженерия.–2019. –№ 1.–С 247–248.

2. Цзян Тао. Дилемма и меры противодействия верховенству закона в отношении сетевой информационной безопасности моей страны.// Цзян Тао.// Правовая система и общество. –2019. –№ 2.–С 212-213.

УДК [378.14-057.87:37.035.6]:004.77:007

## **МЕДИАЦЕНТР КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАЖДАНСТВЕННОСТИ И ПАТРИОТИЗМА У СТУДЕНТОВ**

*Гергаев А.Р., научный руководитель – Махиня О.В., старший преподаватель  
Учреждение образования «Витебский государственный университет имени  
П.М. Машерова»  
e-mail: alex.gergaev@gmail.com*

**Summary.** *The work is devoted to the analysis of the possibilities of the media center and university media in the formation of citizenship and patriotism among students. Materials and projects of the media center and university media for 2018-2020 are analyzed. To solve this problem, a set of methods was used, including the analysis of psychological and pedagogical literature, individual and group conversations with students, and a comparative analysis of students visits to corporate sites.*

*The university media and media center systematically and consistently work to cover the most important dates of national and world history, as a result of which it can be concluded that students develop knowledge about state symbols, political and civil structure of society; skills and abilities to defend their views and beliefs; competence in the field of information communications. Students are proud of the history of their people, and are always informed about the most important events in the life of the university; they form an idea of the moral foundations of society, develop moral feelings, and cultivate high moral qualities.*

Становление личности происходит под постоянным воздействием получаемой информации, которая оказывает влияние на ценности, установки и поведения молодёжи, поэтому медиациентр и вузовские СМИ должны формировать патриотов своей страны. Медиациентр и вузовские СМИ составляют общее медиапространство, в котором каждый вуз решает многоаспектные задачи, такие как «техничко-технологические, информационные, образовательные, воспитательные» [1].

Исследователи отмечают, что воспитательные функции вузовских СМИ способствуют формированию «широкого мировоззрения» [2] в котором главная роль в ВГУ имени П.М. Машерова отведена гражданско-патриотическому воспитанию.

Под гражданственностью необходимо понимать «интегративное качество личности, ориентированной на достойное, ответственное и социально значимое исполнение социальных ролей», а патриотизм – это «система знаний, ценностей, практических действий личности, общества и государства, направленных на развитие, процветание и обеспечение национальной безопасности Республики Беларусь», а также «мировоззренческое основание и глубокое чувство любви к своему Отечеству, готовность защищать его» [3].

Проблемой влияния медиацентров и вузовских СМИ на формирование мировоззрения студенческой молодёжи занимались такие исследователи как Т.И. Сидорова, А.А. Градюшка, Е.Н. Туголукова, Н.К. Муравьёва, Л.В. Каверина и др.

**Цель исследования** – анализ возможностей медиацентра и вузовских СМИ в формировании гражданственности и патриотизма у студентов.

**Материал и методы.** Проанализированы материалы и проекты медиацентра и вузовских СМИ за 2018-2020 гг. Для решения поставленной задачи был использован комплекс методов, включающих анализ психолого-педагогической литературы, индивидуальные и групповые беседы со студентами, сравнительный анализ посещения студентами корпоративных сайтов.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ контента интернет-телевидения ВГУ показал, что в нём преобладают сюжеты, репортажи, фильмы, тематические программы, передачи, специальные проекты, способствующие воспитанию гражданственности и патриотизма. Это документальный фильм о патриотических походах "Тропами Машерова"; тематическая программа «ПРАВИЛА ЖИЗНИ: Эдвард Рудковский»; репортаж «Уникальный худграф» к 60-летию художественно-графического факультета ВГУ. В рамках XII Межвузовского конкурса студенческих фильмов «Видеорадиус БНТУ – 2018» серия фильмов «Мовагучыць» победила в номинации «За духовность», а «Память в наших руках» - в номинации «Связь поколений». Результатом этих работ стала Почётная грамота Управления культуры Витебского облисполкома «За значительный вклад в развитие и популяризацию национального кинематографа».

Анализ студенческого интернет-журнала «VSU ONLINE» (проект «110 год мовагучыць у ВДУ»; специальный интернет-проект «Герои Победы»), сайта университета (видеосюжет об акции-флешмобе «С Днем рождения, любимый университет!»); репортаж о театральной постановке комедии Я. Купалы «Павлинка»; освещение общеуниверситетской акция «В одном строю за честь и веру», приуроченной к 100-летию Вооруженных Сил Республики Беларусь; мини-фильм к 100-летию со дня рождения П.М. Машерова; презентация военно-патриотического проекта «Семейный архив»; репортаж с митинга, посвященный Дню памяти воинов-интернационалистов; освещение торжественной церемонии возложения венков, посвященной Дню защитников Отечества; видеосюжет о митинге на месте бывшего лагеря смерти "5-й полк" и церемонии возложения венков, посвященной Международному дню освобождения узников фашистских концлагерей; репортаж, посвященный Дню Государственного герба и Государственного флага Республики Беларусь; освещение акция «Письмо дружбы» ко Дню единения народов Беларуси и России, акции "Праз дыялог моў - да душы, да сэрца" и массовых диктантов на двух государственных языках ко Дню конституции; освещение мероприятий, приуроченных к 75-летию Хатынской трагедии; фильм о патриотическом походе, посвященном памяти П.М. Машерова и 75-летию освобождения Беларуси от немецко-фашистских захватчиков; освещение фестиваля молодёжи приграничья «С чего начинается Родина?»; видеорепортаж о праздничных акциях, марафона белорусской поэзии «110 год мовагучыць у ВДУ» к Международному дню родного языка, тематических мероприятий ко Дню конституции; репортаж об альбоме «75 слов-памятников, рождённых Великой Победой». За проделанную работу сайт ВГУ имени П.М. Машерова отмечен Дипломом 1-й степени в номинации «Лучший сайт высшего учебного заведения» в рамках 18-й Международной специализированной выставки «Образование и карьера»; публикаций, раскрывающих деятельность факультетов, направленную на формирование гражданственности и патриотизма.

**Заключение.** Таким образом, вузовские СМИ и медиацентр систематически и последовательно ведут работу по освещению важнейших дат отечественной и мировой истории, в результате чего можно сделать вывод, что у студентов формируются знания о государственной символике, политическом, гражданском устройстве общества; умения и навыки уважать законы государства, уметь отстаивать свои взгляды и убеждения; компетенции в области информационных коммуникаций. Студенты гордятся историей своего народа, культурными, духовными традициями белорусского народа, а также всегда информированы о важнейших событиях в жизни университета, страны и мира; формируют представление о нравственных основах общества, развивают нравственные чувства, воспитывают высокие моральные качества.

### *Литература*

1. Бучатский, А.Н. Медиакомплекс в образовательной среде вуза [Электронный ресурс] / А.Н. Бучатский, А.К. Колесов, В.А. Червинская // Информационная среда вуза XXI века: материалы междунар. научн.-практ. конф., Петрозаводск, 23 –27 сентября 2013 г. – Режим доступа: <http://it2013.petrso.ru/publication.php>
2. Туголукова, Е.Н. Средства массовой информации как инструмент воспитания современной молодёжи [Электронный ресурс] / Е.Н. Туголукова // Век информации. –№ 3 (6), 2019 г. –Режим доступа: <https://age-info.com/2019/03/средства-массовой-информации-как-инс/>
3. Концепция непрерывного воспитания детей и учащейся молодёжи: Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 15 июля 2015 № 82.- Минск, 2015.– 39 с.

УДК 659

## **CRM-ПЛАТФОРМА КАК ИНТЕГРАТОР КАНАЛОВ КОММУНИКАЦИИ С КЛИЕНТАМИ**

*Полешук В.С.*

*Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»  
e-mail: Nika13.pol@gmail.com*

**Summary.** *The article discusses the possibilities of improving the quality of customer service by introducing an omnichannel CRM system platform. Customer Relationship Management is an application software for organizations that allows you to combine various channels of communication with customers on a common platform.*

Еще недавно популярными способами для связи с компанией были телефон и электронная почта. Тенденции меняются – сегодня клиенты используют намного больше каналов для коммуникации: социальные сети ВКонтакте и Facebook, мессенджеры WhatsApp, Вайбер или Телеграмм. У каждого пользователя свое любимое приложение, и он стремится задействовать его для покупок или уточнения информации.

Решить вопросы коммуницирования и выстраивания взаимодействия с клиентом может помочь CRM-система. CRM – это система, которая даёт возможность компании коммуницировать как с имеющимися так и с потенциальными клиентами, разложить внутри CRM процесс продаж и автоматизировать его на каждом этапе, отслеживать сколько человек на этом этапе находится, как происходит продажа, как происходит коммуникация; делать обещания клиенту, не забывая о них и т.д. Т. е. в CRM происходит та работа, которая влияет на конечный результат взаимоотношения с клиентом – клиент либо останется доволен вашей работой, либо нет.

При отсутствии CRM-системы, каждый сотрудник ведет свою клиентскую базу так как ему хочется. Она может храниться в виде номеров в телефоне, в блокноте или в таблицах. Дела планируются в ежедневнике. Такие способы ведения клиентской базы могут быть эффективны только в том случае если эффективен сам сотрудник. Если он действительно после обращения клиента занесет его в свою базу, не забудет отправить ему предложение и перезвонит ему.

Следовательно, актуальность применения CRM-систем в настоящее время не вызывает сомнений и обусловлена необходимостью автоматизации процессов взаимодействия с клиентами, а также управления информацией о них с целью повышения результатов работы и оптимизации управления процессами.

Проведенный в ходе исследования сравнительный анализ используемых CRM-систем показал, что наибольшую известность и распространенность благодаря своей функциональности, адаптивности и ценовому фактору получила платформа автоматизации и управления бизнесом Битрикс24. Такие результаты исследований получили эксперты Института проблем предпринимательства и J'son & Partners Consulting.

По статистике:

- 43.5% среди всех внедрённых CRM в России — это Битрикс24;
- каждый четвёртый предприниматель в России знает о Битриксе24;
- за 2019 год уровень использования CRM по России вырос на 21,4%.

CRM-система Битрикс24 предлагает широкий спектр необходимых инструментов управления взаимоотношениями с клиентами и основных инструментов управления лидерством. Программное обеспечение предназначено для малого и среднего бизнеса со всего мира. Это обусловлено многофункциональностью CRM Битрикс24. К этой системе можно подключить все каналы связи: IP-телефонию, электронную почту, мессенджеры и социальные сети.

Рассмотрим более подробно каналы связи: сложности работы с ними и решения, предлагаемые Битриксом24.

#### 1) Электронная почта

Почему неудобно просто работать с почтовым ящиком через почтовые сервисы?

Письма – собственность сотрудников:

- нет контроля над перепиской,
- делкой с клиентом полностью владеет сотрудник,
- отпуск, отгул или увольнение сотрудника – останавливает работу компании.

Для того чтобы решить эти основные проблемы бизнеса существует Почта внутри Битрикс24, которая позволяет компании держать всё под контролем:

единый ящик компании и доступ к логину и паролю только у владельца,

- простое подключение,
- каждое письмо клиента автоматически фиксируется в CRM: письмо пришло – сразу создаётся новая сделка; если сделка уже была создана – письмо автоматически привяжется к этой сделке,

- полный контроль для руководителя.

#### 2) Телефония

Какие проблемы существуют с телефонией?

- руководитель не может контролировать, о чем менеджеры говорят с клиентами,
- разговор не сохраняется в CRM.

Что даёт телефония Битрикс24?

- аренда номера в Битрикс24,
- подключение через приложения,
- подключение по SIP протоколу,
- автоматическое распределение звонков между менеджерами по заданным настройкам,
- запись разговора и его автоматическая привязка к карточке клиента.

### 3) Социальные сети и мессенджеры

Недостатки работы с социальными сетями и мессенджерами по-отдельности:

- большая нагрузка на менеджеров – невнимательность, пропуск счётчиков, конфликты с руководителями компании,
- медленная реакция на обращение клиента – потеря клиента.

Соответственно подключая мессенджеры и социальные сети к Битрикс24, клиент, обратившийся к организации через них, автоматически фиксируется внутри CRM, создаётся сделка, которую менеджер может довести до продажи и руководитель получает полный контроль над общением менеджера с клиентом, т. к. чат крепится к конкретному клиенту.

Таким образом, Битрикс24 включает такие инструменты для работы с клиентами как: «Открытые линии», онлайн-чат, CRM-формы, e-mail- и 1С-трекер, которые позволяют управлять коммуникациями с клиентами из ВКонтакте, Facebook, Telegram, Skype и онлайн-чата на сайте и тем самым обеспечивают возможность реализации омниканальности.

УДК 004.6.

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ: ПОТЕНЦИАЛ OPEN DATA

Орлов П. Н.

Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»  
e-mail: petr.orlov99@gmail.com

**Summary.** *The article is devoted to the analysis of the problems associated with the introduction of the concept of open data in the Republic of Belarus. The thesis is substantiated that the positioning of Belarus as a highly developed state cannot be imagined without the openness of the authorities and administration. Based on the analysis of the functioning of the national open data portal, public opinion polls, the experience of other countries, the author comes to the conclusion that there is a discrepancy between the declared goals and the actual practice of the project. Conceptual mechanisms for getting out of this situation are proposed.*

Позиционирование Республики Беларусь как высокоразвитого государства, ориентированного на стимулирование деловой инициативы и развитие предпринимательства, невозможно представить без открытости органов государственной власти и управления. Решить эту задачу предстоит проекту национального портала открытых данных, который можно рассматривать в качестве катализатора инновационной деятельности в сфере государственного управления, а также повышение ее эффективности [1, с. 96].

Создание национального портала предусмотрено рядом программных документов как практического инструмента развития в Беларуси сектора информационных услуг для населения и бизнеса, базирующегося на использовании данных государственных органов и организаций, опубликованных в открытом виде, доступном для машинного считывания.

При введении запроса в поисковой системе Google сайт оказался доступен в сети Интернет по адресу: <https://data.gov.by>.

Несмотря на наличие соответствующей информационной инфраструктуры, международные рейтинги говорят о том, что стране предстоит еще долгий путь в части развития этого направления. Так, по итогам четвертой волны исследования Open Data Barometer (последняя проходила в 2017 году) Беларусь оказалась на 92 месте среди стран, использующих платформу открытых данных [2].

Резонным остается вопрос об экономических эффектах использования открытых данных. Приведем здесь следующие цифры: на портале открытых данных Соединенных

Штатов Америки размещено почти 88,4 тыс. наборов данных, на портале Великобритании – 17,8 тыс. В настоящее время экономический потенциал открытых данных в этих странах оценивается в 50 млрд евро ежегодно [3].

По состоянию на апрель 2020 года на национальном портале открытых данных удалось зафиксировать за 2019 год всего 39 (!) наборов данных.

Исходя из вышеизложенного можно констатировать ряд проблем, стоящих на пути развития темы открытых данных в Республике Беларусь. Среди них: неактуальность и неполнота открытых данных, фатальное отставание в вопросах открытости власти от развитых государств, отсутствие площадок для взаимодействия с организациями гражданского общества.

Какие же актуальные задачи поможет решить более активное внедрение платформы открытых данных в Беларуси?

Во-первых, активизация ИТ-сектора страны, а также развития «экономики знаний». Разработчики программного обеспечения получают огромное количество информации для разработки информационных сервисов, а бизнес, исследовательские институты и аналитики получают данные, которые впоследствии можно конвертировать в знания. Во-вторых, улучшение позиционирования страны среди других государств, разделяющих принципы открытости и свободы информации посредством повышения позиций в международных рейтингах (в т.ч. рейтингах Организации Объединенных Наций). И в-третьих, укрепление доверия между государством и гражданским обществом. Ведь именно открытые данные сегодня можно квалифицировать в качестве эффективного инструмента государственного управления, сокращения административных затрат, повышения качества обслуживания населения и доверия этого же населения к государственным (политическим) институтам.

### *Литература*

1. Орлов, П.Н. Анализ внедрения и функционирования национального портала открытых данных в Республике Беларусь / Ю.И. Малевич, П.Н. Орлов // Цифровая трансформация финансового сектора экономики: сб. тезисов докладов V Международной научн.-практ. конф. (Одесса, 9–10 апреля 2020 г.) – Одесса: ОНЕО, 2020. – С.96–98.

2. Открытые данные в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://np.aaii.ru/item.php?id=2812&fbclid=IwAR3u3OTE5\\_5pRoPglqGJM8sVIIItq3ZaE9a\\_jjBpaboVjYZTP\\_w5152YIFTE](http://np.aaii.ru/item.php?id=2812&fbclid=IwAR3u3OTE5_5pRoPglqGJM8sVIIItq3ZaE9a_jjBpaboVjYZTP_w5152YIFTE). – Дата доступа: 08.10.2020.

3. Создание совета по открытым данным при Правительстве Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.echo.msk.ru/programs/svoi-glaza/1019306-echo/>. – Дата доступа: 08.10.2020.

## ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Руд Т.В.

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: ms.tanyavp@mail.ru*

**Summary.** *The scientific article discusses the practical aspects of the impact of the digital economy on the management of foreign economic activity. A number of recommendations have been developed for building an effective strategy for the digitalization of government bodies in relation to foreign economic activity.*

Цифровая экономика представляет собой экономическую деятельность, которая базируется на использовании информационных технологий. Такая экономика включает в себя электронный бизнес, электронную коммерцию, производство и реализацию цифровых товаров и услуг, использование цифровой валюты. Управление внешнеэкономической деятельностью в условиях развития цифровой экономики предполагает широкое применение информационно-коммуникационных технологий, баз данных, облачных технологий, глобальной сети Интернет, СМИ, мобильных и сенсорных сетей.

Такое цифровое управление становится возможным благодаря оптимизации операций, выполняемых при помощи электронных средств. Внешнеэкономическая деятельность является движущей силой глобальной экономической системы, которая обеспечивает эффективное экономическое развитие государств. Высокий уровень конкуренции и процессы глобализации требуют изменений в государственной политике [1].

Государственные органы управления проводят переориентацию своей деятельности для поддержания процессов цифровой экономики и управления ими. В настоящее время проводится внедрение цифровых технологий во все сферы общественной жизни, в том числе в государственном секторе. Об этом свидетельствует принятие ряда документов, регулирующих вопросы развития цифровой экономики, а именно: Закон об электросвязи; Закон об электронном документе и электронной цифровой подписи; Декрет Президента Республики Беларусь «О развитии цифровой экономики» [2]; Указ Президента Республики Беларусь «Об использовании государственными органами и иными государственными организациями телекоммуникационных технологий»; Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016-2020 годы»; Постановление Совета Министров Республики Беларусь «О некоторых вопросах совершенствования использования национального сегмента глобальной компьютерной сети Интернет» и другие.

В Республике Беларусь реализуется программа развития цифровых технологий при предоставлении государственных услуг в электронном виде. Ожидается, что высокий уровень развития информационных систем обеспечит высокий уровень государственного управления.

Вместе с тем, существуют определенные угрозы, которые могут повлиять на эффективность развития цифровой экономики и управление внешнеэкономической деятельностью в современных условиях. Такие угрозы обусловлены высоким уровнем сложности в разработке и бюджетном планировании ИТ-проектов, вопросами обеспечения безопасности, требованиями высокого уровня профессиональной квалификации государственных служащих.

Ниже представлены основные вопросы цифровизации в области управления внешнеэкономической деятельностью и пути их решения.

1. Разработка единых стандартов в интеграции и работе с данными юридических и физических лиц во внешнеэкономической деятельности.

Серьезной проблемой может быть отсутствие единых стандартов при выборе систем и технологий, хранение баз данных в разнородных информационных системах. Все это создает трудности в интеграции и работе с данными. Создание отдельных инструментов со своими стандартами для каждой задачи может привести к росту издержек. Кроме того, слабая интеграция систем может вести к противоречивости данных. В особенности решение данного вопроса важно при интеграции процессов цифровизации в различных государственных органах для эффективного обмена данными. Перспективный путь заключается в объединении существующих информационных систем в единое целое, чтобы все системы говорили «на одном языке». Для этого нужна единая платформа решения разных задач по работе с данными.

2. Финансирование ИТ-программ и профессиональная квалификация государственных служащих при управлении процессами внешнеэкономической деятельности.

В настоящее время на ИТ-программы выделяется все больше средств, однако миграция специалистов из государственного сектора в частные компании грозит тяжёлыми последствиями. Помимо создания учебных программ для подготовки специалистов, важно реализовывать программы для удержания квалифицированных кадров, направленные на создание условий для комфортной жизни и обеспечения достойной оплачиваемой работой.

3. Нормативное регулирование цифровой экономики.

В настоящее время к законодательству предъявляются требования быстрой адаптации к изменениям мировых процессов. Законодательство должно соответствовать процессам цифровой трансформации, а лучше – немного их опережать [1].

4. Устаревшие сервисы.

При переносе старых документов в новые офисные пакеты могут возникать некоторые сложности, поскольку не все старые документы можно открыть в неизменном виде. Возникает проблема применимости информационных продуктов и их сопровождение. Решение данного вопроса требует наличие квалифицированных специалистов, которые знают импортозамещающие и устаревшие продукты.

5. Информационная безопасность внешнеэкономической деятельности.

Большое значение приобретает обеспечение безопасности персональных данных граждан, а также организаций. Информационная безопасность включает в себя обеспечение безопасности персональных данных государственными структурами, а также коммерческими операторами, имеющими доступ к таким данным и обрабатывающими их, и механизмы защиты от мошеннических действий с использованием электронной подписи граждан и организаций. Перспективный путь заключается в использовании современных систем защиты, таких как биометрическая аутентификация и тому подобное. Кроме того, организациям стоит уделять внимание не столько приобретению сертификата на то или иное средство защиты, а грамотным настройкам таких средств [3].

Подводя итог, можно сделать следующие выводы.

Развитие цифровой экономики, а также включение в этот процесс государственных органов управления внешнеэкономической деятельностью является эффективным способом повышения прозрачности на международном рынке.

Цифровые технологии позволяют существенно упростить процедуры внешней торговли благодаря применению глобальных международных стандартов, моделей данных и создания правовых основ для трансграничной безбумажной торговли. В работе был выявлен ряд вопросов, возникающих при цифровизации государственных органов в отношении управления внешнеэкономической деятельностью. Грамотная стратегия цифровой трансформации позволит повысить эффективность социально-экономического развития государства.



## Литература

1. Цифровая трансформация: Беларусь в десятке мировых лидеров по скорости внедрения информационно-коммуникативных технологий // Экономика Беларуси: итоги, тенденции, прогнозы. – 2016. – № 1. – С. 44–51.
2. О развитии цифровой экономики [Электронный ресурс] : Декрет Президента Респ. Беларусь, 21 дек. 2017 г., № 8 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
3. Попков, С. Государственные стандарты цифровой экономики / С. Попков // Наука и инновации. – 2016. – № 3. – С. 10–12.

УДК: 327.3(510+476)

### КОНЦЕПЦИЯ «ЦИФРОВОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ» В КОНТЕКСТЕ ИНТЕРЕСОВ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Савиных А. Ю.*

*Белорусский государственный университет  
e-mail: anastasiasavinyh99@gmail.com*

**Summary.** *In the theses, the relevance and importance of the interaction of Belarus and China in the field of latest technology was formulated, the main directions of this interaction were considered. The directions for the development digitalization of the Belarusian silk road route.*

В развитии сегодняшних интеграционных процессов между Республикой Беларусь и Китайской Народной Республикой важную роль играют современные, новейшие технологии. И в этом плане интересной представляется инициатива КНР по развитию Цифрового Шелкового пути. Осуществляя различные проекты по развитию транспортных коридоров в рамках проекта «Один пояс один путь», Китай провозгласил, что развитие инфраструктуры будет включать в себя не только строительство железных и автомобильных дорог, мостов и т.д., но и развитие ИТ-инфраструктуры.

На форуме «Один пояс – один путь» в мае 2018 г. в Пекине Председатель КНР Си Цзиньпин заявил: «Нам надо содействовать инновационному развитию и активизировать сотрудничество в передовых областях, таких как цифровая экономика, искусственный интеллект, нанотехнологии и квантовая вычислительная техника. Мы должны помогать развитию «больших данных», «облачной» среды и «умных» городов, чтобы превратить их в Цифровой Шелковый путь XXI века. Мы должны ускорить интеграцию науки и технологий, внедряя их в промышленность и финансы, совершенствуя условия для инноваций и объединяя ресурсы. Мы должны создавать площадки и инкубаторы для молодежи разных стран, чтобы содействовать развитию предпринимательства в нашу эпоху интернета».

Речь идет о цифровой трансформации логистики, включающая цифровой путь, оснащенный сетями связи 5G, что сделает возможным отслеживать грузы в автомобилях и поездах без водителей, унифицирует цифровую таможенную обработку в странах вдоль маршрутов Шёлкового пути, полностью стандартизированные цифровые системы приемки и отгрузки груза на логистических складах с получением информации в реальном времени.

Республика Беларусь поддерживает инициативу Китая по созданию цифрового Шелкового пути и должна к ней присоединиться, чтобы расширить возможности по доставке товаров за счет автоматизации обработки грузов.

На данный момент товары из Азии в Европу, из стран Скандинавии на Балканы через страну перемещают 18 специализированных контейнерных ускоренных поездов. В 2018 году

в сообщении Китай-Европа ими перевезено в государства ОБСЕ около 325 тыс. контейнеров. Поставленная цель – до 2025 года перевезти 1 млн китайских контейнеров в год в Евросоюз - для этого требуется ускорение работ по цифровизации белорусского маршрута Шёлкового пути, включающих:

- цифровое отслеживание каждого контейнера;
- быстрое цифровое таможенное оформление.

Недостаточная пропускная способность польских железных дорог и необходимость перехода на другую колею создает благоприятные условия для создания крупного мультимодального логистического хаба в Бресте для хранения контейнеров и перепогрузки на автотранспорт.

Для осуществления вышеперечисленного необходимо принять единые для стран ЕЭК ООН стандарты электронных документов и методологию обмена информацией.

Кроме этого, недалеко от Китайско-белорусского парка "Великий камень" находится Национальный аэропорт Минск. После введения в эксплуатацию новой взлетно-посадочной полосы (2019г.) он может принимать все типы воздушных судов. Таким образом, в Беларуси можно наладить для парка не только авто- и железнодорожные, но и авиаперевозки. Исходя из этого, важным направлением развития гражданской авиации в рамках инициативы "Пояс и путь" может стать создание на базе Национального аэропорта Минск международного хаба.

### *Литература*

1. Ковалев, М.М. Цифровая экономика – шанс для Беларуси : моногр. / М.М. Ковалев, Г.Г. Головенчик. – Минск : Изд. центр БГУ. – 2018. – 327, [4] с.
2. Ковалев, М.М. Транспортная логистика в Беларуси: состояние, перспективы: моногр. / М.М. Ковалев, А.А. Королева, А.А. Дутина. – Минск: Изд. центр БГУ, 2017. – 327 с.
3. Оценка могущества Китая. «Один пояс, один путь»: полный текст речи Си Цзиньпина в Пекине. 19.05.2017. [Assessment of the power of China. «One Belt, One Road»: the full text of Xi Jinping's speech in Beijing. 19.05.2017.]. URL: <https://inosmi.ru/politic/20170519/239391693.html> (дата обращения: 01.12.2018).

## ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ УГРОЗ

*Германович Е.О.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: egermanovich@bntu.by*

**Summary.** *He organization of confidential document flow in the enterprise information security system is usually given the least attention, although obtaining confidential information through gaps in office work is the simplest and least expensive way to obtain information. In connection with the above, the task of creating a confidential document management system at the enterprise is relevant today. its components are: paper document management, electronic document management, interaction and interfacing systems for paper and electronic document management.*

Трудно представить нашу жизнь без документов: гражданина – без паспорта, водителя – без водительских прав, туриста – без туристической визы, студента – без студенческого билета и зачетной книжки и т. д. Особенно это затрагивает практически все сферы экономики: торговлю, управление, банковскую деятельность. Ни одна фирма, компания, корпорация не может обойтись без документа и, следовательно, без документооборота.оборот документов является обязательной частью деятельности любой из выше перечисленных сфер экономики и организаций.

С развитием информационных технологий для документооборота открылись огромные возможности. С появлением и развитием глобальной сети Интернет и его важным атрибутом – электронной почты, проблема расстояния перестала быть проблемой. По электронной почте электронный документ приходит к получателю в считанные минуты. Но, с устранением одной проблемы, появилась другая – защита информации, которую содержит электронный документ. Безопасность информации особенно важна в наше время, поэтому настоящая работа содержит некоторые возможности ее обеспечения.

Средства и методы защиты электронного документооборота схожи со средствами защиты информации в целом. Система защиты информации в электронном документообороте – это рациональная совокупность направлений, методов, средств и мероприятий, снижающих уязвимость информации и препятствующих несанкционированному доступу к информации, ее разглашению или утечке.

Собственники информационных ресурсов самостоятельно определяют (за исключением информации, отнесенной к государственной тайне) необходимую степень защищенности ресурсов и тип системы, способы и средства защиты, исходя из ценности информации. Ценность информации и требуемая надежность ее защиты находятся в прямой зависимости. Важно, что структура системы защиты должна охватывать не только электронные информационные системы, а весь управленческий комплекс объекта в единстве его реальных функциональных и производственных подразделений, традиционных документационных процессов. Основной характеристикой системы является её комплексность, то есть наличие в ней обязательных элементов, охватывающих все направления защиты информации. Систему защиты можно разбить на пять элементов.

Правовой элемент системы защиты информации основывается на нормах информационного права и предполагает юридическое закрепление взаимоотношений фирмы и государства по поводу правомерности использования системы защиты информации, фирмы и персонала по поводу обязанности персонала соблюдать установленные собственником информации ограничительные и технологические меры защитного характера, а также ответственности персонала за нарушение порядка защиты информации.

Этот элемент включает: наличие в организационных документах фирмы, правилах внутреннего трудового распорядка, контрактах, заключаемых с сотрудниками, в должностных и рабочих инструкциях положений и обязательств по защите конфиденциальной информации; формулирование и доведение до всех сотрудников фирмы (в том числе не связанных с конфиденциальной информацией) положения о правовой ответственности за разглашение конфиденциальной информации, несанкционированное уничтожение или фальсификацию документов; разъяснение лицам, принимаемым на работу, положения о добровольности взятых ими на себя ограничений, связанных с выполнением обязанностей по защите информации.

Технические (аппаратные) средства. Это различные по типу устройства (механические, электромеханические, электронные и другие), которые аппаратными средствами решают задачи защиты информации. Они препятствуют доступу к информации, в том числе с помощью её маскировки. К аппаратным средствам относятся: генераторы шума, сетевые фильтры, сканирующие радиоприемники и множество других устройств, «перекрывающих» потенциальные каналы утечки информации или позволяющих их обнаружить. Преимущества технических средств связаны с их надежностью, независимостью от субъективных факторов, высокой устойчивостью к модификации. Слабые стороны – недостаточная гибкость, относительно большие объём и масса, высокая стоимость.

Инженерно-технический элемент системы защиты информации предназначен для пассивного и активного противодействия средствам технической разведки и формирования рубежей охраны территории, здания, помещений и оборудования с помощью комплексов технических средств. При защите информационных систем этот элемент имеет весьма важное значение, хотя стоимость средств технической защиты и охраны велика. Элемент включает в себя: сооружения физической (инженерной) защиты от проникновения посторонних лиц на территорию, в здание и помещения; средства защиты технических каналов утечки информации, возникающих при работе ЭВМ, средств связи, копировальных аппаратов, принтеров, факсов и других приборов и офисного оборудования, при проведении совещаний, заседаний, беседах с посетителями и сотрудниками, диктовке документов; средств защиты помещений от визуальных способов технической разведки; технические средства контроля, предотвращающие вынос персоналом из помещений специально маркированных предметов, документов, дискет, книг.

Программные средства включают программы для идентификации пользователей, контроля доступа, шифрования информации, удаления остаточной (рабочей) информации типа временных файлов, тестового контроля системы защиты и др. Преимущества программных средств – универсальность, гибкость, надежность, простота установки, способность к модификации и развитию. Недостатки – ограниченная функциональность сети, использование части ресурсов файл-сервера и рабочих станций, высокая чувствительность к случайным или преднамеренным изменениям, возможная зависимость от типов компьютеров.

Программно-аппаратный элемент системы защиты информации предназначен для защиты ценной информации, обрабатываемой и хранящейся в компьютерах, серверах и рабочих станциях локальных сетей, и различных информационных системах. Однако фрагменты этой защиты могут применяться как сопутствующие средства в инженерно-технической и организационной защите. Элемент включает в себя: автономные программы, обеспечивающие защиту информации и контроль степени ее защищенности; программы защиты информации, работающие в комплексе с программами обработки информации; программы защиты информации, работающие в комплексе с техническими (аппаратными) устройствами защиты информации (прерывающими работу ЭВМ при нарушении системы доступа, стирающие данные при несанкционированном входе в базу данных).

Таким образом, в каждом конкретном случае организационные мероприятия носят специфическую для данной организации форму и содержание, направленные на обеспечение безопасности информации в конкретных условиях.

УДК 316.1

## СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ ПРИОБРЕТЕНИЯ ГРАЖДАНСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Гринчук М. П.

Учреждение образования «Белорусский институт правоведения»

e-mail: margaritagrinchukmail@gmail.com

**Summary.** *The article characterizes the grounds citizenship acquisition existing in the world practice. The author considers such grounds as filiation and naturalization. The distinctive features of acquiring citizenship in the Republic of Belarus and the People's Republic of China are noted. It is concluded that the acquisition of citizenship has a direct bearing on the legal status of individuals and provides the possibility of everlasting legal ties between the state and persons residing on its territory.*

В юридической литературе под гражданством принято понимать устойчивую, т. е. длящуюся во времени, правовую связь лица с государством таким образом, что государство признаёт данное лицо в качестве полноправного субъекта, обладающего полным перечнем всех прав и обязанностей [1, с. 105].

В рамках настоящей статьи остановимся на сравнительном анализе оснований приобретения гражданства в Республике Беларусь и Китайской Народной Республике (далее – КНР). Для проведения сравнительно-правового анализа института гражданства, необходимо выяснить к каким правовым семьям относятся исследуемые государства. Республика Беларусь входит в романо-германскую правовую семью, в которую также входит и КНР, но с элементами социалистического права. Следовательно, институт гражданства в обоих государствах регулируется с помощью нормативно правового акта, а в частности с помощью законов.

В Республике Беларусь институт гражданства регулируется Конституцией Республики Беларусь и законом Республики Беларусь «О гражданстве Республики Беларусь» от 1 августа 2002 г. № 136-З [2]. Законодательство Китая в области гражданства было принято ещё в далёком 1980 году и с тех пор почти не изменялось, благодаря чему сохранило свою отличительную консервативность и жёсткость. И, хотя КНР придерживается строгой миграционной политики, в «Законе о гражданстве» всё же есть разделы о получении гражданства лицами, которые не относятся к числу коренных жителей страны. Кроме того, Китай перенаселён, и этот факт делает процедуру получения гражданства только более проблематичной.

Первым способом, самым распространённым в конституционном законодательстве, выступает приобретение гражданства по рождению, т. е. филиация (лат. *filiatia*), которая присуща как Республике Беларусь, так и КНР. Следует отметить, что основание приобретения гражданства по рождению имеет отличительную особенность: гражданство приобретается без просьбы того, кто его получает.

В соответствии с нормами, реципированными из римского частного права, оно может определяться по праву почвы (лат. *jussoli*) и по праву крови (лат. *jussanguinis*).

В Республике Беларусь гражданство ребенка может устанавливаться в соответствии с гражданством родителей (ч. 1 ст. 13 Закона Республики Беларусь «О гражданстве

Республики Беларусь)), а так же в соответствии с его местом рождения (ч. 2, 3 ст. 13 Закона Республики Беларусь «О гражданстве Республики Беларусь») [2].

Согласно китайским законам, гражданство присваивается всем детям, у кого хотя бы один из родителей является гражданином КНР, вне зависимости от того, где они родились. При условии, что гражданства другого государства новорождённый не приобретает. Если же ребёнку присвоили гражданство страны, в которой тот родился, он автоматически лишается права претендовать на китайское гражданство по происхождению [3].

Еще одним основанием приобретения гражданства выступает натурализация (т. е. приём в гражданство). Это основание отличается от приобретения гражданства по рождению тем, что лицо сознательно хочет приобрести гражданство другого государства [4, с. 145].

В Республике Беларусь прием в гражданство осуществляется путем подачи заявления лицом, достигшим 18-летнего возраста, лично в письменной форме с указанием даты его написания. Заявления по вопросам гражданства ребенка или лица, достигшего 18-летнего возраста, над которым установлена опека, подаются их законными представителями [2].

В Китае иностранцы старше 20, а также те, кто не имеет никакого гражданства, имеют право подать заявление на получение гражданства КНР. Тем самым заявитель обязуется следовать всем пунктам действующей конституции страны. Еще один момент, способный приблизить иностранца к получению желаемого статуса – наличие близкородственного лица (родители или опекуны; мужа и жены; дети, в т.ч. усыновленные; дедушки и бабушки, братья и сестры), являющееся гражданином Китая [3].

Приобретение гражданства путём натурализации связано с целым рядом условий, которые устанавливаются в каждом государстве. Проанализировав данные условия, установленные в Республике Беларусь и КНР, можно сделать выводы, что они достаточно схожи, однако имеются и различия.

К схожим условиям приобретения гражданства путём натурализации можно отнести то, что в обоих государствах необходимо отказаться от уже имеющегося гражданства, скрупулёзно следовать законам страны, иметь доход, позволяющий обеспечить себя и семью владеть государственным языком [2].

Что касается отличий, то первое отличие состоит в том, что в Республике Беларусь необходимо быть старше 18, чтобы подать заявление, а в КНР – старше 20 лет. Отличается и период постоянного проживания на территории государства до получения гражданства. В Республике Беларусь период составляет 7 лет, в КНР – 5 лет.

Помимо данных условий Китай также устанавливает необходимость справки о состоянии здоровья, наличие жилья, а также любые документальные свидетельства о ценности претендента для КНР. В Китайской Народной Республике не поддерживается двойное гражданство, поэтому, при условии получения статуса гражданина Китая, заявитель в тот же час лишается прежнего гражданства.

Проведенный анализ оснований приобретения гражданства в законодательстве Республики Беларусь и КНР позволяет определить, что они оказывают непосредственное воздействие на правовое положение индивидов и определяют возможность возникновения постоянно действующей политико-правовой связи между государством и лицами, проживающими на его территории.

### *Литература*

1. Лучин, В.О. Конституционное право зарубежных стран: учебник для студентов вузов / под ред. В.О. Лучина, Г.А. Василевича, А.С. Прудникова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юнити-Дана, 2012. 727 с.

2. О гражданстве Республики Беларусь: Закон Респ. Беларусь от 1 авг. 2002 г., № 136-З; в ред. Закона Респ. Беларусь от 20.07.2016 г. // Консультант Плюс: Беларусь.

Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «Юр – спектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

3. Особенности получения гражданства Китая [Электронный ресурс] // Информационный портал [emigrant.guru](https://emigrant.guru). - Режим доступа: <https://emigrant.guru/kak/grazhdanstvo/osobennosti-polucheniya-grazhdanstva-kitaya.html>. – Дата доступа: 28.10.2020.

4. Борискова, И.В. Некоторые проблемы гражданства в зарубежных странах // Территория науки. 2015. № 6. С. 142–146.

УДК 316.42

## THROUGH DIGITAL DISRUPTION TOWARDS A MORE INCLUSIVE SOCIETY

*Tsiareshchanka L.*

*Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus*

**Summary.** *The author considers different approaches to the problem of digital disruption, analyzes its issues and provides with possible ways of attaining more inclusive and sustainable businesses across the world.*

**Keywords:** *digital disruption, economic development, inclusive society.*

According to the briefing note of the World Economic Forum 2020 in Davos (Switzerland), the issues of how to attain more inclusive and sustainable businesses across the world as well as how to drive the Fourth Industrial Revolution were particularly featured on the pro-growth agenda.

Digital disruption is a type of transformation that is caused by emerging digital technologies and new business models [1]. These cutting-edge technologies and models can change the value of existing products and services offered for sale. That is why in this context the term ‘disruption’ is used as the emergence of these new digital trends disrupting the present market and causing the need for re-evaluation. What is more, the results of Google Trends search reveal a steady increase in the use of the term «disruption» throughout the 2010s with the peak in July 2019 [2].

Generally, digital disruption happens after digital innovations, such as Big Data, Machine Learning, the Internet of Things or other technological advances, are being introduced. Digital innovation affects how customers’ expectations and behaviors evolve, causing organizations to shift in a way they create products and services, produce marketing materials and evaluate feedback. These shifts in digital strategy can occur on individual, organizational, industrial, or societal levels.

However, digitization has extended the gap between the pioneers and their followers. Countries, companies, and individuals all over the world are becoming more and more concerned about the issue, thus adding to the increase in political and social discontent with relatively predictable results that consequently only contribute to the disruption.

According to the «Navigating a World of Disruption» by McKinsey & Company, which presents the analysis of the activities of nearly 6,000 of the world’s largest public and private companies, «such businesses as Facebook, Alibaba, Coca-Cola, etc., constitute the Top-10 percent of companies and capture 80 percent of the economic profit» [3]. On the one hand, the analysis states that the businesses mentioned «capture 1.6 times more economic profit today compared with the statistics 20 years ago» [3]. On the other hand, McKinsey & Company summarizes the fact that «10 companies that occupy the bottom positions destroy more value than the top 10 percent creates, as the economic losses of these bottom 10 percent of companies are 1.5 times larger on average than those of their counterparts 20 years ago» [3].

Following another approach to the problem at issue we should take into account the implications of the labor market, which are highlighted by the European Commission. Additional pressure on average salaries in progressive economies will be put on automation and

computerization. As a result, many mid-wage jobs in such fields as production and accounting will soon likely to decline. While high-wage jobs, especially technological or medical, will grow significantly [4]. Thus, computer-generated unemployment is no longer an issue of our future, but an issue we are facing today.

What is more, on a global scale the increasing levels of business activities are grossly affecting the environment. For example, rising levels of carbon emissions from energy production and use endanger the ozone layer and, as a result, add to the greenhouse effect, contributing to the possibility of environmental disasters.

Considering all those phenomena, we should rekindle inclusive growth so that more people all over the world will benefit from the future economic development. All economies – both leading and expanding – can learn from the best practices of both public and private sectors. For instance, it may be realized in the following steps:

- capital accumulation boost through better industrial policies and savings;
- incentives creation for competition;
- openness and agility in the process of government;
- cooperation and integration within the economy of the world, etc.

Consequently, the new economy will require workers who are eager to acquire new skills and who are able to interact ever more closely with technology, for example robots. Some companies both well-known (Walmart, SAP, AT&T, etc.) and emerging ones (Tata, Infosys, Tech Mahindra, etc.) are already adopting broad reskilling initiatives. In such a way, a much larger societal push is needed in order to upgrade education system to make it relevant for the workplace of tomorrow, as well as to provide mid-level workers with new skills and competences for today [5, p.70].

### *References*

1. Digital Disruption: How Does It Impact Businesses [Electronic resource] : Oxford College of Marketing. – Mode of access: <https://blog.oxfordcollegeofmarketing.com>. – Date of access: 23.02.2020.

2. Digital Disruption [Electronic resource] : Google Trends Analytical Platform. – Mode of access: <https://trends.google.com>. – Date of access: 23.09.2020.

3. Navigating a World of Disruption [Electronic resource] : McKinsey & Company. – Mode of access: <https://www.mckinsey.com>. – Date of access: 23.09.2020.

4. The Labor Market Implications of ICT Development and Digitalization [Electronic resource] : European Commission Information System. – Mode of access: <http://ec.europa.eu/social/BlobServlet>. – Date of access: 24.09.2019.

5. Benko, C. AT&T's Talent Overhaul / C. Benko, J. Donovan. – Cambridge ; Harvard Business Review, 2016. – 68–73 p.



## ИНТЕРНЕТ-ТЕЛЕВИДЕНИЕ КАК ПЛОЩАДКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ИСКУССТВА И КУЛЬТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ВГУ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА

*Южно Е. С., научный руководитель – Цыбульский М.Л., канд. искусствоведения, доцент  
Учреждение образования «Витебский государственный университет имени*

*П.М. Машерова»*

*e-mail: elena\_volodko\_17@mail.ru*

**Summary.** *The research article «Internet TV as a platform for creating projects in the field of art and culture on the example of the VSU named after P. M. Masherov» analyzes the experience of creating projects in the field of art and culture on the Internet TV platform of the educational establishment "Vitebsk State University named after P. M. Masherov". The research is based on the analysis of programs and projects devoted to the topics of art and culture on the channels "Беларусь - 3", "Россия— Культура", "Витебск", as well as their own practical experience in creating a series of reports "Уникальный Худграф" and the program "ПРОИСКУССТВО".*

*Creative projects prepared on the Internet TV platform tell a wide audience about famous figures of culture and art, cover exhibitions and creative projects in various television formats, and they have a special significance and value both among students and University teachers.*

Телевидение признано считать одним из самых молодых видов искусства. Несмотря на то, что оно еще вырабатывает свои художественные средства, популярность его с каждым годом только возрастает. Миллионы людей уделяют просмотру программ различной направленности большое количество своего свободного времени, ведь телевидение сегодня — это не только искусство, но и средство массовой информации.

Интернет-телевидение, которое предоставляет возможность каждому пользователю в удобное для себя время посмотреть необходимый контент с разных устройств (компьютер, планшет, смартфон) с каждым годом набирает все большую популярность. Неограниченность эфирного времени, возможности дальнейшего продвижения видеопродукта в сети Интернет, обратная связь со зрителем открывают перед авторами широкие перспективы моделирования программ по различным направлениям.

Целью работы является анализ опыта создания проектов в сфере искусства и культуры на площадке интернет-телевидения учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» (далее – ВГУ имени П.М. Машерова).

**Материал и методы.** Материалом исследования послужил анализ программ и проектов, посвященных темам искусства и культуры на каналах «Беларусь-3», «Россия – Культура», «Витебск», а также собственный практический опыт создания творческого проекта «Уникальный Худграф», приуроченного к юбилею художественно-графического факультета ВГУ и программы «ПРОИСКУССТВО». Используются методы сравнения, наблюдения и анализа.

### **Результаты и их обсуждение.**

В рамках празднования 60-летнего юбилея художественно-графического факультета состоялось множество мероприятий, которые легли в основу создания серии репортажей интернет-телевидения университета «Уникальный Худграф». Успешность реализации такого проекта подтвердили победы в республиканских конкурсах: II Республиканский молодёжный фестиваль-конкурс «Медиафера — 2020», республиканский открытый конкурс любительских фильмов имени Юрия Тарича «Я снимаю кино», «Видеорадиус БНТУ — 2019».

Витебский худграф по праву считается наследником витебской художественной школы. Он известен не только на территории Беларуси, но и далеко за её пределами. Зарождение этого факультета более полувека назад можно смело назвать вехой в летописи

развития белорусского образования и культуры. Создание в 2020 году на интернет-телевидении университета нового культурно-просветительского проекта, тематической программы «ПРОИСКУССТВО», стало своеобразным проводником в мир различных видов искусства, известных скульпторов, графиков, фотографов, живописцев.

Программа «ПРОИСКУССТВО» – это регулярная передача, которая имеет название, сюжетную структуру, общую тему, идею, наполнение, оформление, ведущих, аудиторию, постоянный хронометраж. Она знакомит зрителя с известными художниками, искусствоведами, педагогами и выпускниками художественно-графического факультета, является площадкой для обсуждения вопросов искусства, показывает творчество во всех его проявлениях. Специальные рубрики программы посвящены темам, связанным с литературой, музыкой, историей искусств, фотографией. Для «ПРОИСКУССТВО» характерны интервью, репортажные съемки, портретные очерки — все, что может удерживать зрителя у экрана и возвращать его к выпускам программы вновь и вновь.

Размещение выпусков программ на ютуб-канале интернет-телевидения университета «Телевидение Витебского университета» предоставляет неограниченные возможности для их дальнейшего продвижения: публикация в социальных сетях, использование на различных мероприятиях, участие в конкурсах.

Выставочный зал художественно-графического факультета, учебные мастерские на время съемок трансформируются в своеобразные съёмочные павильоны со своими декорациями, а богатый фонд творческих работ становится наглядным материалом при подготовке программ в данной сфере.

**Заключение.** Возможности использования ресурсов современного интернет-телевидения для создания культурно-просветительских и образовательных программ очень широки. Предлагая зрителю различные форматы и жанры телевизионных проектов, подкрепляя их качественным видеоконтентом, авторы стремятся к тому, чтобы продукт, посвящённый искусству, перестал быть элитарным.

Программы и творческие проекты, созданные на площадке интернет-телевидения, рассказывают широкой аудитории об известных деятелях культуры и искусства, освещают выставки и творческие проекты в различных телевизионных форматах, имеют особую значимость и ценность как среди студентов, так и среди преподавателей университета.

### *Литература*

1. Онищенко, В.В. Культурно-просветительская функция государственного телеканала «Культура» / В. В. Онищенко, Л. А. Нурбагандова // Междунар.науч.-исследов. журнал . — 2017. – № 2 (56).— С.34 – 36.
2. Мясникова, М. А. Телевидение как феномен культуры : учебное пособие / М. А. Мясникова. – Екатеринбург : Уральский ун-т, 2017. – С.5 – 16.
3. ВГУ. Худграф, с юбилеем! Видеорепортаж ТВУ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://vsu.by/sobytiya/novosti-universiteta/3547-khudgraf-s-yubileem-foto-i-videoreportazh-tvu.html>. — Дата доступа: 06.09.2020.

## ПРАВОВЫЕ СИСТЕМЫ КИТАЯ И БЕЛАРУСИ: ОБЩЕЕ И ОСОБЕННОЕ

*Пастухова Д. М.*

*Учреждение образования «Белорусский институт правоведения»*

*e-mail: pastukhova.darya@gmail.com*

Правовая система Китайской Народной Республики (КНР) представляет сплав древних правовых традиций и современного законодательства, основанного на идеях «социализма с китайской спецификой» и некоторых принципах романно-германского права.

Для правовой культуры Китая характерным является преобладание норм морали над правом в регулировании общественной жизни. Такое отношение к праву вытекает из конфуцианского учения. Его представители утверждали, что потребность в праве возникает тогда, когда не действуют нормы морали. Согласно этому учению, основное предназначение права заключается в содействии достижению гармонии и компромисса в обществе.

Наряду с конфуцианством, в китайской правовой доктрине получили распространение взгляды так называемых легистов («законников»). Сторонники этой школы проповедовали, что право должно основываться не столько на добродетели, сколько на подчинении закону. Они признавали законы единственным способом обеспечения общественного порядка.

Начиная с 1979 г., в КНР происходит коренное изменение политического курса. Руководство страны отказалось от идей обострения классовой борьбы и полного огосударствления экономической жизни. В промышленности и сельском хозяйстве были проведены реформы, разрешена деятельность малых и средних предприятий, приняты меры по привлечению иностранных инвестиций. В деятельности судов и правоохранительных органов была восстановлена законность.

В настоящее время основными источниками права в КНР являются Конституция, законы, в том числе кодексы, постановления Постоянного комитета Всекитайского собрания народных представителей (ВСНП), постановления Государственного совета (Правительства), подзаконные акты других органов государственной власти, а также местного самоуправления.

Конституция 1982 г. воспроизвела ряд положений Основного закона 1954 г., обеспечив, тем самым, преемственность конституционного развития. Это, в частности, касается положений, регулирующих структуру государственного механизма, а также закрепляющих права, свободы и обязанности граждан.

Кроме преамбулы, Конституция содержит 138 статей, сгруппированных в четыре главы: «Общие положения», «Основные права и обязанности граждан», «Государственная структура» и «Государственный флаг, государственный герб, столица».

Статья 1 Конституции устанавливает, что «Китайская Народная Республика является социалистическим государством народно-демократической диктатуры под руководством рабочего класса, базирующимся на союзе рабочих и крестьян».

В соответствии со ст.2 Конституции вся власть в Китайской Народной Республике принадлежит народу. Всекитайский собрание народных представителей и местные собрания народных представителей разных уровней являются органами, через которые народ осуществляет государственную власть.

Статья 5 Конституции закрепляет основы правовой системы страны. В частности, отмечается, что «все государственные органы, вооруженные силы, все политические партии и общественные организации, все предприятия и учреждения обязаны соблюдать Конституцию и закон. Все действия, нарушающие Конституцию и законы, должны быть расследованы. Ни одна организация или частное лицо не имеет привилегий перед Конституцией или законом».

Новая Конституция послужила основой для разработки новых законодательных актов. Так, в 1986 г. были приняты Закон об иностранных предприятиях, Закон об управлении землей, Общие положения гражданского права, в 1993 г. – Закон о сельском хозяйстве. Ряд

законов были приняты в сфере охраны окружающей среды: Закон о предотвращении загрязнения атмосферы 1987 г., Водный кодекс 1988 г., Закон о предотвращении загрязнения водной среды 1995 г., Закон о предотвращении шумового воздействия на окружающую среду 1966 г.

Таким образом, правовая система Китайской Народной Республики носит во многом уникальный характер. По отдельным признакам она имеет сходство с европейской системой права. Свидетельством тому является кодификация законодательства, которая охватывает все новые сферы правовых отношений. В китайской правовой системе обеспечивается верховенство Конституции и законов. Позитивным моментом следует признать закрепление принципа самостоятельности и независимости судов.

Правовая система Республики Беларусь исторически формировалась в условиях правовой культуры континентальной Европы. Она относится к так называемой семье романо-германского права, которая характеризуется довольно четкой структурированностью самого права, делением его на отрасли и институты.

15 марта 1994 года была принята Конституция Республики Беларусь, провозгласившая республику унитарным демократическим социальным правовым государством. Принятие 24 ноября 1996 года новой редакции Конституции Республики Беларусь повлекло существенное перераспределение полномочий между государственными органами. Была также активизирована работа, направленная на решение сложнейших задач по формированию новой правовой системы, призванной обеспечить устойчивое развитие экономики, эффективное функционирование демократических институтов.

Существенно изменились место и роль Президента Республики Беларусь в системе государственных органов. На Главу государства были возложены функции гаранта Конституции, прав и свобод человека и гражданина, обеспечения посредничества между органами государственной власти, их преемственности и взаимодействия. Был сформирован двухпалатный Парламент – Национальное собрание Республики Беларусь, состоящий из Палаты представителей и Совета Республики

Современный период развития Республики Беларусь необходимо рассматривать через призму состояния трансформации, что в свою очередь требует не только четкого планирования, но и прогнозирования возможных последствий, в том числе и в рамках нормотворческой деятельности. Правовая система нуждается в постоянном совершенствовании в связи с необходимостью соответствовать предъявляемым требованиям в конкретный исторический период. Государство как стержневой элемент политической системы призвано оказывать непосредственное влияние на развитие права.

Новейшие идеи современного гражданского права и основные принципы регулирования гражданских отношений были заложены в Гражданском кодексе Республики Беларусь, который лег в основу положений множества законов, создавших условия для развития современной экономики. Среди них можно назвать: Закон Республики Беларусь "О хозяйственных обществах", Закон Республики Беларусь "О ценных бумагах и фондовых биржах", на смену которому уже принят Закон Республики Беларусь "О рынке ценных бумаг" и иные. В своей совокупности гражданское законодательство и законодательство о хозяйственной деятельности устанавливают четкий и прозрачный механизм соблюдения баланса публичных начал в регулировании экономических отношений и свободы предпринимательства.

В республике разрабатываются пятилетние программы социально-экономического развития, позволяющие в полном объеме проследить динамику решаемых государством задач в экономике. Так, наряду с традиционно решаемыми задачами по обеспечению устойчивого социально-экономического развития и роста эффективности реального сектора экономики, технического перевооружения и модернизации, реструктуризации предприятий, улучшения экологической ситуации главным направлением правового регулирования экономической сферы в настоящее время стала политика либерализации белорусской экономики и повышения ее конкурентоспособности.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В КИНОИНДУСТРИИ

*Кузьмич К. И., Шкор О.Н. – доктор философии в области экономики  
Учреждение образования «Белорусский государственный  
университет информатики и радиозлектроники»*

В работе представлены современные данные об использовании технологии блокчейн в киноиндустрии в разных странах, а также предложен проект создания блокчейн-киноплатформы в Республике Беларусь.

Технология блокчейн постепенно внедряется в различные отрасли, и киноиндустрия не исключение. Происходящая сейчас революция в кино скорее связана не с созданием фильмов, а с их распространением. Пионеры сферы блокчейн и крипто-индустрии преуспевают в этой отрасли. На практике, уже в 2017 году кинопроизводители использовали эти технологии для производства фильмов. В 2018 году крупнейшая в Таиланде сеть кинотеатров Major Cineplex объявила, что будет принимать цифровые монеты для оплаты билетов в кино, а в 2019 году различными странами были сняты блокчейн-фильмы [1]. Принятие криптовалют в мире растет медленно, но неуклонно.

Блокчейн — это децентрализованная база данных, в которой все записи связаны между собой с помощью средств криптографии. Главные его принципы - прозрачность и невозможность поменять какие-либо данные, которые в него уже были записаны [2].

В киноиндустрии блокчейн может решить следующие проблемы.

1. Расширение сети дистрибуторов, которое приводит к монополии и мошенничеству. Блокчейн может служить децентрализованным решением, которое управляет растущей сложностью моделей цифрового распространения и глобальных сетей. В этом случае смарт-контракты могут использоваться для автоматического распределения доходов и их записи. Также, местные дистрибуторы, независимые производители и зрители могут использовать криптовалюты для оплаты билетов.

2. Проблема авторского права, которое подразумевает использование оригинальных идей. Для эффективной борьбы с мошенничеством в киноиндустрии требуется создать инструмент защиты авторских прав. Это сложная и дорогостоящая задача, но очень важная.

3. Широкое использование пиратства, то есть появление в сети интернет фильмов до их фактического выпуска. Это оказывает значительное влияние на расходы киностудий. Блокчейн может использоваться для предотвращения процесса утечки контента. Смарт-контракты и токены могут быть использованы для информирования владельцев контента, поисковых систем и провайдеров при обнаружении в сети контента, не поддерживающего блокчейн.

Отличия блокчейн-платформы в кино от других платформ (Netflix, Amazon и др.) заключаются в следующем. Во-первых, все, что соединяет производителей кино с потребителями, полностью прозрачно. Во-вторых - на другие платформы со своим контентом непросто попасть. Также другие платформы в силу своей влиятельной позиции на рынке забирают у кинопроизводителей 50 % доходов. Такого не может быть на блокчейн-киноплатформах. Они предлагают финансово гораздо лучшие условия, а также с помощью блокчейна полную прозрачность всех транзакций на платформе. Кроме того, блокчейн-платформы могут создавать свои токены-криптовалюту [3].

Распространение фильмов с использованием блокчейна определенно производит революцию в современном подходе к распространению медиа-контента. Во многих отраслях блокчейн делает бизнес эффективнее. Проекты, которые обеспечивают совместное использование технологии блокчейна и фильмов - это будущее.

Объектом работы являются технология блокчейна. Предметом исследования выступает использование технологии блокчейн в киноиндустрии.

Проблему данного исследования составляет вопрос, как использовать технологию блокчейн для модернизации и совершенствования сферы киноиндустрии.

Теоретическая значимость состоит в систематизации теоретических знаний по проблеме исследования. Практическая значимость: полное или частичное внедрение предложенных проектных рекомендаций, которое позволит упростить доступ от кинопроизводителей к зрителям.

### *Литература*

1. MoviesChain by tvzavr покажет блокчейн-фильм об основателе блокчейна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://mir24.tv/index.php/press\\_release/16345424/movieschain-by-tvzavr-pokazhet-blokchein-film-ob-osnovatele-blokcheina](https://mir24.tv/index.php/press_release/16345424/movieschain-by-tvzavr-pokazhet-blokchein-film-ob-osnovatele-blokcheina).
2. Описание технологии блокчейн понятным языком [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cryptocash.guru/coin/что-такое-blockchain/>
3. Блокчейн и кино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2018/03/21/onlajn-kinoteatry-testiruiut-blokchejn-tehnologii-dlia-prokata-filmov.html>

Научное издание

## **НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ-2020**

Сборник материалов  
VII Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума

17 ноября 2020 года

Подписано в печать 14.12.2020. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 21,27. Уч.-изд. л. 8,32. Тираж 100. Заказ 766.

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.