

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Государственный комитет по науке и технологиям
Белорусский национальный технический университет
Институт по науке и технике БНТУ

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ – 2023

Сборник материалов
X Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума

9–10 ноября 2023 года

ТОМ 1

Минск
БНТУ
2023

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

В Сборник включены материалы Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «Новые Горизонты – 2023» по направлениям: инновация в материаловедении, энергетика и экологическая безопасность, архитектура, дизайн, машиностроение, металлургическое производство, строительная индустрия, современные технологии и цифровые инновации, автоматизация, медицина, биомеханика, ветеринарное дело, аграрное хозяйство.

ISBN 978-985-31-0008-2 (Т. 1)
ISBN 978-985-31-0007-5

© Белорусский национальный
технический университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ
НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«ИННОВАЦИИ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ. ЭНЕРГЕТИКА И
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. АРХИТЕКТУРА. ДИЗАЙН»

<i>Ануфриев В. Н., Волкова Г. А., Алферчик В. В., Семикашева Э. Э.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ГРАВИЙНЫХ ФИЛЬТРОВ С ИСКУССТВЕННОЙ АЭРАЦИЕЙ	12
<i>Балаева-Тихомирова О. М., Кацнельсон Е. И., Фомичёва Н. С.</i> МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ....	14
<i>Ван Миньюань, Тан Дунян, Бондаренко С. Н., Руднов В. С.</i> МЕТОД ПРОНИКАЮЩЕЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО БЕТОНА	15
<i>Ван Сяньпэн, Юй Хаосюань, Леонович С. Н.</i> STUDY ON THE DEVELOPMENT OF NATURAL NON-METALLIC FIBERS WITH NANOFIBERS AND STEEL FIBERS IN CONCRETE	17
<i>Веремейчик Н. С., Шилович А. С., Басалай Г. А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СИЛОВЫХ УСТАНОВКАХ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ	19
<i>Ду Сичжоу, Капский Д. В.</i> ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЯМ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ВЫБОРУ МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ.....	21
<i>Китаев М. И.</i> СТИЛИСТИЧЕСКИЕ И ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРУПНЫХ, СРЕДНИХ И МАЛЫХ ДВОРЦОВО-УСАДЕБНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕЛАРУСИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА	24
<i>Комаров М. А.</i> ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ КАРБОНАТНОГО СЫРЬЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИПСА РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ В СИСТЕМЕ $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$	26
<i>Комаров М. А., Поспелов А. В., Короб Н. Г., Хотько А. Н.</i> ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И РАСТВОРЕННОГО В ВОДЕ ОЗОНА.....	28

<i>Ли Мэнвэй</i> ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ КАРБОНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАМБУКОВОГО УГЛЯ МЕТОДОМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ.....	30
<i>Ли Я, Лемешевский В. О., Максимова С. Л.</i> ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФЕРМЕНТАЦИИ КУРИНОГО ПОМЕТА ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ ЧЕРВЕЙ: ОБЗОР	32
<i>Сырыцкая А. Ю</i> THE PROBLEM OF IDENTIFYING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY GOODS WITH NON-ENVIRONMENTALLY FRIENDLY GOODS	34
<i>Тишкова А. И., Шунькевич А. В.</i> ПРЕИМУЩЕСТВА АБСОРБЦИОННЫХ БРОМИСТО-ЛИТИЕВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НАД КОМПРЕССИОННЫМИ ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ.....	36
<i>Шиманович Д. Л.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕРПОЗЕРОВ НА ОСНОВЕ ОДНОСЛОЙНЫХ И ДВУХСЛОЙНЫХ Al_2O_3 -ПЛАСТИН С ИМПЛАНТИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ АЛЮМИНИЕВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	38
<i>Шулепов Д. С., Галишева К. А.</i> ПОЛЕЗНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В КОТЛАХ-УТИЛИЗАТОРАХ	40
<i>Юй Хаосюань, Ван Сяньпэн. Ковшар С. Н.</i> ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES OF SHELL AGGREGATE AND REED FIBER REINFORCED CONCRETE	41
<i>李政洋 (Li Zhengyang)</i> A NEW FLYWHEEL ENERGY STORAGE DEVICE FOR CONVERTING POTENTIAL ENERGY INTO KINETIC ENERGY	43
<i>徐铮 (XuZheng) , 赵凯 (ZhaoKai) , 暴鹏超 (BaoPengchao)</i> 电废循环—面向新能源汽车电池中有色金属的电磁涡流分选技术.....	45

于瀚博 (Yu Hanbo), 施鸿炎 (Shi Hongyan), 谢理凡 (Xie Lifan), 高海翔 (Gao Haixiang)

“SUMMER STORAGE AND WINTER FURNACE” – DATA CENTER
WASTE HEAT RECOVERY AND UTILIZATION SYSTEM FOR
SEASONAL HEAT STORAGE 48

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО.
СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ»

Ажар А. В., Дулуб А. Д., Сивак М. В.

ОЦЕНКА РЕСУРСА СБОРНОГО КОМБИНИРОВАННОГО
ИНСТРУМЕНТА ПО ВРЕМЕННОЙ СТОЙКОСТИ И КОЛИЧЕСТВУ
ОБРАБОТАННЫХ ОТВЕРСТИЙ 50

Ажар А. В., Сивак М. В.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДБОРА ГИТАРЫ СМЕННЫХ ЗУБЧАТЫХ
КОЛЕС НА УНИВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК 52

Булавка Ю. А., Кожемятов К. Ю.

МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ
ДАВЛЕНИЕМ НА НПЗ 54

Деревяго Д. Д., Писаренко А. А., Данилович В. С.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕСС
ШЛИФОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ..... 56

Довнар С. С., Яцкевич О. К., Лапука А. Д., Шведова Д. Н., Аглушевич И. Ю.

МКЭ-ИСПЫТАНИЯ L-БАШНИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НЕСУЩЕЙ
СИСТЕМЫ АДДИТИВНО-СУБТРАКТИВНОГО СТАНКА..... 58

Дударчик Д. С., Яцкевич О. К.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОСЕВЫХ
СБОРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ 60

Каток Н. С., Басалай Г. А.

МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В
СОЛИГОРСКОМ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ 62

Коваленя Н. В., Ходяков В. А.

РОЛЬ ВІМ-МЕНЕДЖЕРА В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ..... 64

<i>Коршун К. С., Жовнерик А. Н., Басалай Г. А.</i> АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УПРУГИХ ЛЕПЕСТКОВЫХ МУФТ	66
<i>Перхурович М. А.</i> НОВАТОРСКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ Я. О. НАРКЕВИЧА-ИОДКО.....	68
<i>Ходяков В. А.</i> О ДОСТОВЕРНОСТИ СТАНДАРТНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ «ЗОЛОТОГО» АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЯ IRI	70
<i>Шиманович Д. Л.</i> КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ МИКРОТВЕРДОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОРИСТЫХ АЛЮМООКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ОТ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ АНОДИРОВАНИЯ.....	73
<i>Chen Yang</i> CROSS-CULTURAL COMMUNICATION BETWEEN CHINA AND BELARUS	75
<i>Liu Zhixin, Ma Shikuan, Shang Shuqi, He Xiaoning</i> COMPARATIVE SIMULATION ANALYSIS BASED ON EDEM- RECURDYN COUPLING.....	76
<i>Liu Zhixin, Ma Shikuan, Shang Shuqi, Hou Yaxiu, He Xiaoning</i> DEVELOPMENT STATUS OF POTATO HARVESTER IN CHINA	78
<i>Yuhao Jiang, Holubava Volha</i> ENGINEERING CONSTRUCTION COST CONTROL BASED ON BIM TECHNOLOGY.....	79
<i>冯妍妍 (Feng Yanyan), 姚海莹 (Yao Haiying)</i> 高熵合金纳米材料制备及微波催化降解性能	81
<i>王彦强 (Wang Yanqiang)</i> 磁场下连铸过程模拟及新型磁流体制备研究.....	84
<i>葛菁 (Ge Jing), 张慕琪 (Zhang Muqi), 王馨仪 (Wang Xinyi), 毛文璐 (Mao Wenlu), 芦静怡 (Lu Jingyi)</i> 一种基于铁纳米簇的新型可视化葡萄糖传感器.....	86

马世宽 (Ma Shikuan), 刘知鑫 (Liu Zhixin), 王春清 (Wang chungqing), 翟玉彬 (Zhai Yubin)
EXPLORATION OF THE CURRENT STATUS OF RESEARCH ON
TIGERNUT SEEDERS IN CHINA..... 89

马世宽 (Ma Shikuan), 刘知鑫 (Liu Zhixin), 书旗 (Shang Shuqi)
EDEM SIMULATION ANALYSIS OF JAMMED SPECIAL HOLE
PUNCHED ROW TUPE TIGERNUT SEEDER..... 90

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ.
АВТОМАТИЗАЦИЯ»

Баньковская А. А., Шегидевич Д. С.
Q-КОДЫ В МАРКЕТИНГЕ..... 92

Беланович Е. М., Кирасова Е. О.
ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И БОЛЬШИХ ДАННЫХ В
ЦИФРОВОМ МАРКЕТИНГЕ..... 94

Браковская Е. С., Руткевич П. И.
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ПЛОМБ И ИХ
ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ 96

Варченя И. В., Савенко А. Г.
УМНАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И СКЛАДСКОГО УЧЕТА 98

Вашкевич М. Ю.
ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИЕ
ВНУТРЕННЕГО ТУРИЗМА 100

Желенок Д. А.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕРСТКИ И ПОДГОТОВКИ К ПЕЧАТИ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАСТОЛЬНЫХ ИГР..... 102

Крымская Н. А.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
«ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ» В БЕЛАРУСИ И КНР 104

Кузовлева А. В.
INNOVATIONS IN THE FORM OF CHATBOTS 106

<i>Палто Е. С.</i> СИСТЕМА АНТИПЛАГИАТА ДЛЯ ПРОГРАММНОГО КОДА НА ЯЗЫКЕ PYTHON	108
<i>Политаева Е. А.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ» В БЕЛАРУСИ И КНР	110
<i>Радкевич А. А.</i> ДАТЧИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ КООРДИНАТ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЭЛЕКТРОБУСА.....	112
<i>Радкевич А. А.</i> МЕТОД ТЕПЛОВЫХ МОДЕЛЕЙ КАК АЛЬТЕРНАТИВА КОСВЕННОМУ МЕТОДУ ЭКВИВАЛЕНТНОГО ТОКА ПРИ ПРОВЕРКЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЭЛЕКТРОБУСА ПО НАГРЕВУ	114
<i>Савенко А. Г., Хотак С. А.</i> ВЕБ-СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	116
<i>Спирина Е. В., Мамаева Ю. И.</i> ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	118
<i>Томашов В. С.</i> ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПОИЗМЕРЕНИЮ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ	120
<i>Хурса А. С.</i> AUTOMATED INVENTORY MANAGEMENT	122
<i>Шестак А. В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ QR-КОДОВ В МАРКЕТИНГЕ БЕЛАРУСИ И КИТАЯ.....	124
<i>He Runhai, Cheng Yindong, Zhang Zhenxing, Zhou Quanhua</i> REALIZING REAL-TIME VIDEO CONFERENCING SYSTEM BASED ON WEBRTC AND P2P ALGORITHM	126

<i>Li Hao</i> ANALYSIS OF ACCELEROMETER SIGNALS IN HUMAN PHYSICAL ACTIVITIES	128
<i>Li Hao, Kaiyu Wang, Jun Ma, Xunhuan Ren</i> MULTIPLE SENSORS	130
<i>Li Yuyan</i> STUDY ON THE TREND OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE LOGISTICS INDUSTRY	132
<i>Wang KaiYu, Li Hao</i> AN IMPROVED LBP ALGORITHM IN FACE RECOGNITION	134
<i>Wang Shuhao</i> RESEARCH AND APPLICATION OF MICROWAVE MOISTURE SENSOR INFORMATION COLLECTION SYSTEM	135
<i>Wei Henbing, Qian Longwei, Zhang Caigui</i> IMAGE RECOGNITION SYSTEM BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK	137
<i>Yang Jie</i> THE MECHANISM FOR THE FORMATION OF BLOCKCHAIN SCHEMES IN THE ACTIVITIES OF THE BANK	140
<i>Yang Tiantian</i> THE DEVELOPMENT OF E-COMMERCE IN THE DIGITAL ECONOMY	141
<i>段昱冰 (Duan Yubing), 徐晗逸 (Xu Hanyi), 李 毅 (Li Yi), 吕智锋 (Lu Zhifeng), 李鹏霖 (Li Penglin), 付昱程 (Fu Yucheng), 王雅慧 (Wang Yahu)</i> «随时随递» 智能驿站机器人	144
<i>陆晓晓 (Lu Xiaoxiao)</i> 面向单板滑雪竞速训练的数字孪生系统	145
<i>陈韩同舟 (Hantongzhou Chen), 李佳琛 (Jiachen Li)</i> DIGITAL INNOVATION OF CHINA AND BELARUS LANGUAGE AND CULTURE IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL COOPERATION ...	147

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«МЕДИЦИНА. БИОМЕХАНИКА. ВЕТЕРИНАРНОЕ ДЕЛО. АГРАРНОЕ
ХОЗЯЙСТВО»

Бакун А. С., Гурина Н. С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В
ТРАВЕ ГАЛЕГИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (GALEGA OFFICINALIS L.)
МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ 149

Ванькович П. Э.

ПРОГНОЗ ИНФЕКЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ В ЗОНЕ ОПЕРАЦИИ
ПРИ МЕТАЛЛООСТЕОСИНТЕЗЕ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ
КОСТЕЙ ГОЛЕНИ 151

Гнедова А. В., Глуткин А. В.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛЕЧЕНИИ
ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ КОПЧИКОВЫХ ХОДОВ У ДЕТЕЙ 153

Дыдик А. И.

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД НЕИНВАЗИВНОЙ ГЛЮКОМЕТРИИ 154

Креер С. А., Михалевич С. И., Полешко А. Г.

ИННОВАЦИИ В АКУШЕРСТВЕ И ГИНЕКОЛОГИИ.
КЛЕТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 156

Кривоносова М. В.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В
ВЕДЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКОЙ
ПАТОЛОГИЕЙ НА ПРИМЕРЕ АТОПИЧЕСКОГО ДЕРМАТИТА 158

Петровская О. Н., Римжа М. И.

НЕКОТОРЫЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ТЕРМИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ У ДЕТЕЙ 160

Пинчук П. Ю.

МОЛЕКУЛЯРНО-СТРУКТУРНАЯ ГОМОЛОГИЯ ФЕРМЕНТОВ
ГЛИКОЛИЗА И ПЕНТОЗОФОСФАТНОГО ПУТИ ЧЕЛОВЕКА И
НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ 162

Романишко Е. Л., Киреева А. И., Михайлова М. Е., Гридюшко Е. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ *VF*, *LIF*,
PCOA1 И ИХ АССОЦИАЦИЯ С ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ
КАЧЕСТВАМИ СВИНЕЙ 164

<i>Kharitonchik A., Russkikh I.</i> ECOLOGICAL IMPORTANCE OF <i>TRICHODERMA</i> SPP. AND THEIR SECONDARY METABOLITES FOR ORGANIC FARMING	166
任新宇 (<i>Ren Xinyu</i>) 毛发宏扫描全息分析系统	168
吕修德 (<i>Lyu Xiude</i>) CORPORATE MARKETING STRATEGY MEDICAL DEVICE DIRECTION.....	170
常学良 (<i>Chang Xueliang</i>) 履带式微型自主播种机器人结构设计	171

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«ИННОВАЦИИ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ. ЭНЕРГЕТИКА И
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. АРХИТЕКТУРА. ДИЗАЙН»

УДК 628.354

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ГРАВИЙНЫХ ФИЛЬТРОВ С
ИСКУССТВЕННОЙ АЭРАЦИЕЙ**

*Ануфриев В. Н., Волкова Г. А., Алферчик В. В., Семикашева Э. Э.
Белорусский национальный технический университет, Брестский
государственный технический университет,
e-mail: vladimir.anufriev@bntu.by, volga-brest@mail.ru*

***Summary.** The sand and gravel filters with macrophytes, which are used for biological wastewater treatment at small-capacity treatment plants, are considered. The intensity of wastewater treatment is increased by introducing air into the lower part of the loading of sand and gravel filters.*

Песчано-гравийные фильтры применяются для биологической очистки сточных вод на очистных сооружениях небольшой производительности, как правило, с нагрузкой не более 10 000 ЭН [1–3]. Принцип работы песчано-гравийных фильтров основан на фильтровании сточных вод, предварительно осветленных в септиках или отстойниках, через слой загрузки из гравия, песка. В качестве биоценоза, как правило, используют тростник. Расчет производительности песчано-гравийных фильтров производится с учетом удельной площади фильтра, гидравлической нагрузки и концентрации загрязняющих веществ в сточных водах.

Вертикальные и горизонтальные гравийные фильтры с искусственной аэрацией применяют в качестве основной ступени биологической очистки сточных вод. Увеличение эффективности очистки обеспечивается искусственной подачей кислорода воздуха в нижнюю часть сооружений с помощью компрессоров. Вертикальный фильтр с загрузкой из гравия крупностью от 8 до 16 мм применяют в качестве основной ступени биологической очистки. Последующая очистка сточных вод предусматривается на горизонтальном фильтре с загрузкой из мелкого гравия крупностью от 2 до 8 мм. Расчет вертикальных фильтров с искусственной аэрацией производят с учетом удельной площади нижней части фильтра, принимаемой не менее $1,0 \text{ м}^2/\text{ЭН}$, и среднесуточной удельной нагрузки по ХПК – не более $0,1 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{сут})$. Среднесуточную удельную нагрузку по ХПК горизонтальных фильтров принимают не более $0,2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$ [2]. Горизонтальный фильтр с искусственной аэрацией (рис. 1) применяется в качестве основной ступени биологической очистки на очистных сооружениях.

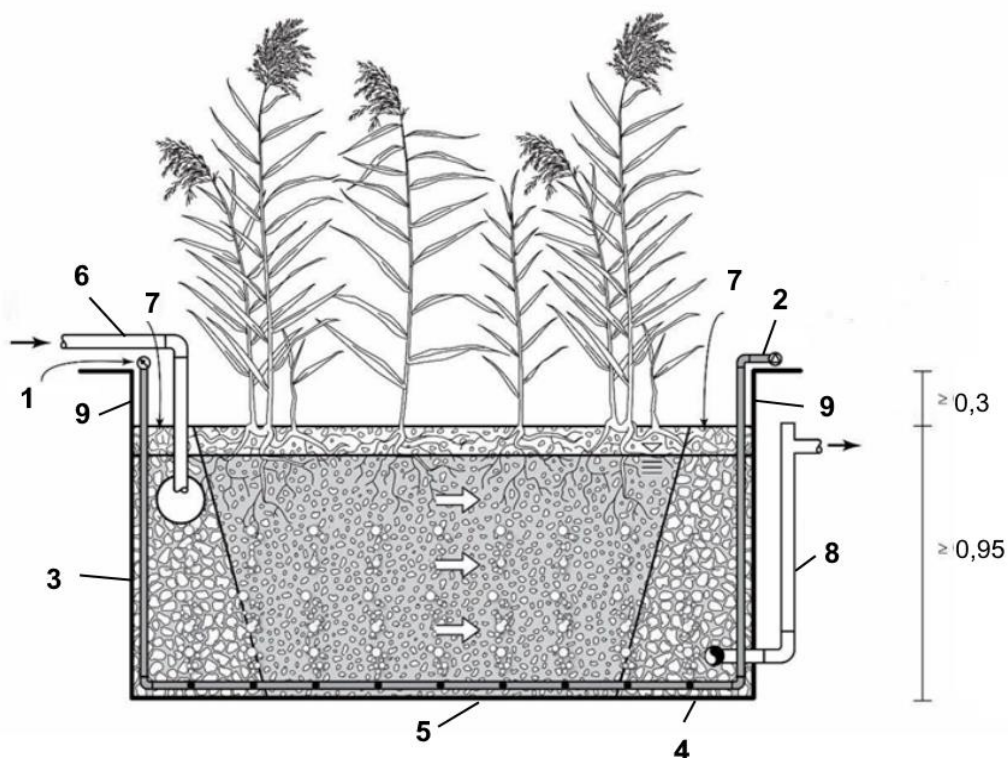


Рисунок 1 – Схема горизонтального фильтра с искусственной аэрацией, с фильтрующей загрузкой из гравия:

- 1 – манометр; 2 – аэратор; 3 – распределительный слой из гравия крупностью зерен от 16 до 32 мм; 4 – дренажный слой из гравия крупностью зерен от 16 до 32 мм; 5 – слой фильтрующей загрузки из среднего гравия крупностью зерен от 8 до 16 мм; 6 – подводный трубопровод; 7 – поверхностный слой, высотой не менее 0,2 м; 8 – дренажный трубопровод; 9 – надводный борт

Систему аэрации выполняют из перфорированных полиэтиленовых труб с отверстиями, которые расположены на расстоянии 0,3 м друг от друга. Расстояние между перфорированными трубами принимают не более 30 см, удельный расход воздуха в нижней части фильтра – не менее $0,6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ [3]. Боковые стенки фильтра устраивают вертикально, чтобы избежать не аэрируемых зон, содержание кислорода в фильтре поддерживают не менее 2 мг/дм^3 .

Преимуществом гравийных фильтров с растительным слоем и аэрацией является более высокая удельная производительность.

Список использованных источников

1. СН 4.01.02-2019 Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы Республики Беларусь, Минск, 2019. – 80 с.
2. Рекомендации по проектированию, устройству и эксплуатации песчано-гравийных фильтров очистных сооружений сточных вод. Р 4.01.188-2022, МБОО «ЭкоСтроитель». – Минск, 2022. – 79 с.
3. Arbeitsblatt DWA-A 262 Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Kläranlagen mit bepflanzten und unbepflanzten Filtern zur Reinigung häuslichen und kommunalen Abwassers. – DWA, Hennef 2017. – 70 s.

УДК 574.5:549.2:504

МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Балаева-Тихомирова О. М., Кацнельсон Е. И., Фомичёва Н. С.
Витебский государственный университет им. П. М. Машерова
e-mail: belka98fomich@gmail.com

Summary. Pollution of aquatic ecosystems with heavy metals is one of the global problems of our time. In order to preserve the stability of aquatic ecosystems, the ability to self-recovery and self-regulation, under conditions of constant anthropogenic impact, along with controlling the content of heavy metals in the components of eco-systems, it is necessary to study the features of their accumulation and migration.

В последнее время в связи с попаданием в природные экосистемы техногенных поллютантов объектом исследования экологического мониторинга являются тяжелые металлы, занимающие особое положение среди приоритетных загрязняющих веществ пресноводных экосистем. После попадания в поверхностные воды токсичные вещества концентрируются в ее компонентах и служат причиной повторного загрязнения, что в итоге приводит к неблагоприятным последствиям в жизнедеятельности биоты и нарушению устойчивости экосистемы в целом. Поступление токсичных элементов можно контролировать, однако прогноз их распространения по отдельным компонентам водной экосистемы вызывает затруднения.

Механизмы, контролирующие мобилизацию и миграцию химических элементов в водных экосистемах, недостаточно изучены. Установлено, что большинство тяжелых металлов находится в состоянии рассеяния, не подвергаются биodeградации и сохраняют свою активность и кумулятивный эффект, поэтому оказывает длительное воздействие на экосистемы [1; 2].

Концентрация тяжелых металлов в природных средах варьирует. Живые организмы адаптируются к нахождению тяжелых металлов в окружающей среде и толерантны к колебаниям их содержания, однако высокие концентрации металлов оказывают угнетающее и часто токсическое действие [2; 3].

При проведении экспериментальных исследований [3] выявлено, что тяжелые металлы мигрируют в водных экосистемах. Содержание тяжелых металлов взаимосвязанно в системе «почва – вода – растения – животные», закономерно увеличивается во всех компонентах водной экосистемы, что доказано многофакторным анализом [2; 3] физико-химических показателей среды и биохимическими данными обмена веществ растительности и легочных пресноводных моллюсков.

Исследовано миграция ионов тяжелых металлов между системами «Вода – почва – прибрежно-водная растительность – пресноводный

гидробионт». Среди прибрежно-водной растительности исследовались: растения, погруженные в воду; плавающими на поверхности воды; у которых одна часть побегов находится в воде, другая – возвышается над водой.

Среди пресноводных гидробионтов: катушку роговую и прудовика обыкновенного.

Экспериментальные данные подтвердили миграцию ионов тяжелых металлов [3]: содержание ионов меди в исследуемых районах в почве прибрежной зоны водоемов не превышает значения ПДК; содержание ионов железа во всех исследуемых районах превышает значение ПДК кроме р. Зап. Двина (Полоцкий р-н); содержание ионов цинка в исследуемых районах в почве прибрежной зоны водоемов превышает значения ПДК.

Список использованных источников

1. Балаева-Тихомирова, О. М. Действие солей тяжелых металлов на углеводный обмен тканей пресноводных легочных моллюсков / О. М. Балаева-Тихомирова, Т. А. Толкачева, Е. И. Кацнельсон // Вестник Мозырского государственного педагогического университета им. И. П. Шамякина. – 2018. – № 1 (51). – С. 12–17,

2. Балаева-Тихомирова, О. М. Корреляционные зависимости физико-химических характеристик воды и почв прибрежной зоны природных водоемов Витебской области / О. М. Балаева-Тихомирова, Е. И. Кацнельсон, Т. В. Сидорова // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта. – 2021. – № 2 (58). – С. 3–7,

3. Шорец, М. А. Содержание ионов тяжелых металлов в почвах прибрежной зоны водоемов Витебской области при различной антропогенной нагрузке / Е. В. Ильющенко, М. А. Шорец // Экологическая культура и охрана окружающей среды: II Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конференции, Витебск, 29–30 ноября 2016 г. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2016. – С. 40–41. – Библиогр.: с. 41(2 назв.),

4. Characteristic of the composition of natural waters and soils of coastal areas, as among the habitat of freshwater pulmonary molluscs water / O. Balaeva-Tikhomirova, E. Katsnelson, M. Shorets, E. Ilyushchenko // United-journal. – 2017. – № 4 – С. 142–148.

УДК 625.84

МЕТОД ПРОНИКАЮЩЕЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО БЕТОНА

Ван Минюань, Тан Дунян, Бондаренко С. Н., Руднов В. С.

Белорусский национальный технический университет

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б. Н. Ельцина

e-mail: tangdy8@gmail.com

Summary. In this paper, the mechanism of self-healing of concrete cracks by permeation crystallization method is briefly expounded, and a reaction mechanism of cyclic complexation crystallization/crack self-healing reaction is proposed, and the repair effect of permeable crystalline composites on concrete cracks is further studied, and the self-healing mechanism of permeable crystalline self-healing concrete materials is discussed. Finally, it is pointed out that there is

still a need for further research on the concrete repair by permeation crystallization method.

Бетон является микроскопическим пористым хрупким материалом, и в процессе реакции гидратации между цементом и водой для формирования прочности неизбежно возникнут первоначальные дефекты, такие как внутренние поры и микрозазоры в цементе и его переходной зоне на границе раздела с заполнителем. При нормальных условиях работы на бетонный компонент влияют такие факторы, как нагрузка или изменения температуры и влажности окружающей среды, и вдоль внутренних начальных дефектов будут образовываться микротрещины, а если внутренние микротрещины проникнут в трещины на поверхности детали, это повлияет на производительность бетонного компонента. Поэтому исследователи постоянно изучали контроль трещин в бетоне и выдвинули направление исследований самовосстановления трещин в бетоне.

2. Механизм действия проникаемого кристаллического трещино-заживляющегося бетона

Активное вещество (представленное S) в проникаемом кристаллическом материале, независимо разработанном в этой статье, может химически реагировать со свободным Ca^{2+} в бетоне, под совместным действием концентрации и разности давлений активное вещество проникает во внутренние поры бетона с водой в качестве носителя и реагирует со свободными ионами в бетоне с образованием нерастворимой в воде кристаллической четверки, кристаллизация распространяется с водой в порах бетона, сталкивается с высокой активностью и негидратированным цементом, коллоидом цемента и т. д., активное химическое вещество будет более стабильным SiO_3^{2-} , происходят AlO_3^- и другие замещения, реакции кристаллизации, комплексообразования и осаждения, образующие более стабильный кристаллический состав, заполняющие трещины и капиллярные поры в бетоне, и активное вещество снова становится свободным радикалом, и продолжает мигрировать с водой внутри бетона, вышеуказанный процесс постоянно циркулирует, а кристаллическое тело от разреженного до плотного в порах бетонной конструкции, что значительно улучшает сжимающую способность конструкции в целом. Процесс его действия можно показать на рис 1.

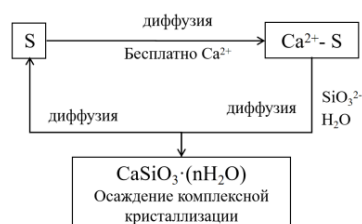


Рисунок 1 – Принципиальная схема механизма реакции самовосстановления

Предложена возможность самовосстановления проницаемых кристаллических трещин, что повышает срок службы всего бетона на основе химической реакции, что не только продлевает срок службы, но и повышает прочность и компактность матричного бетона. Когда бетон высыхает, действующее вещество находится в состоянии покоя из-за отсутствия диффузионной среды; когда бетон трескается и вода просачивается, вещество реактивируется и продолжает катализировать новую реакцию кристаллизации, чтобы реализовать возможность самовосстановления трещин в бетоне.

Список использованных источников

1. Carolyn Dry.Composite Structures[J].1996,35(3):263-269.
2. TAHERI M N,SABET S A,KOLANCHI R.Experimental investigation of self-healing concrete aftercrack using nano-capsules including polymeric shelland nanoparticles core[J]. Smart structures and systems, 2020, 25(3):337-343.
3. STRYSZEWSKA T, DUDEK M.Microstructure of autonomous self-healing concrete[J]. Web of conferences, 2020, 322(6):01022.
4. RIADIM, ELSHAMI A A,ELSHIKH M M Y.Influence of concentration and proportion prepared bacteria onproperties of self-healing concrete in sulfate environment[J]. Innovative infrastructure solutions, 2022, 07

УДК 691

STUDY ON THE DEVELOPMENT OF NATURAL NON-METALLIC FIBERS WITH NANOFIBERS AND STEEL FIBERS IN CONCRETE

Ван Сяньпэн, Юй Хаосюань, Леонович С. Н.

*Белорусский национальный технический университет
e-mail: wxpxueshuphd@163.com, yuhaoxuan2001@gmail.com,
sleonovich@mail.ru*

Summary. *In recent years the application of fiber in concrete is more and more extensive, this paper for, plant fiber, nano-fiber, steel fiber to make a relevant comparison of the classification, and discusses the fiber in the concrete in the relevant problems, I hope to provide readers with relevant reference around.*

Fiber concrete, is a composite material consisting of a cement paste, mortar, or concrete as the matrix and metallic fibers, inorganic nonmetallic fibers, synthetic fibers, or natural organic fibers as the reinforcing material. Concrete with one type of fiber is called single-fiber concrete, and concrete with two or more kinds of fibers in the matrix or the same fiber in different scales or different shapes of types of fibers is called mixed-fiber concrete.

Cement and concrete products are high-strength, low-cost materials used in large quantities in construction and civil engineering. However, conventional cement concrete has defects and deficiencies in performance, such as: low tensile strength, when subjected to tensile stress, it is very easy to produce brittle damage

spalling or crushing; poor durability, in the face of the environment, chemical erosion, and other external factors, the concrete continues to expand the cracks will greatly undermine the durability of the structure and affect its service life. All these greatly limit the use of concrete and the expansion of new applications.

Since the middle of the 20th century, scientists in various countries have tried to improve the performance of concrete by adding fiber materials, and their efforts have been successful. Cement concrete reinforcing fibers mainly include glass fibers, steel fibers, asbestos fibers, nanofibers, other fiber materials are mainly natural fibers, including coconut fiber, reed fiber, straw fiber, etc., chemical fibers, such as polyolefin fibers, carbon fibers, aromatic polyamide fibers, and regenerated cellulose fibers. The performance of fiber-reinforced cement concrete, crack resistance, ultimate flexural strength, compressive strength, and toughness, depends on the mechanical properties of the fibers, ease of adhesion, dispersibility, and the number of additives in the fibers. This paper only briefly discusses the use of non-metallic fibers with nanofibers and steel fibers in concrete products.

The chemical composition of reed fiber is mainly cellulose, hemicellulose, lignin and ash. Generally speaking, the cellulose content of reed fiber is between 50–60 %, hemicellulose content is between 20–30 %, lignin content is between 10–20 %, ash content is between 5–10 %, length is between 0.9–1.1 mm, fineness is between 11–13 dtex, gloss is low, moisture absorption is high, thermal stability is poor, and resistivity is high [1].

Research on reed fiber concrete first originated in the early 21st century. Researchers began to explore and experimentally investigate the feasibility of reed fiber as a concrete reinforcement material. At this stage, the focus was on the effects of the extraction technology, fiber length and admixture of reed fibers on the performance of concrete.

The length of coir fibers is generally between 10–25 cm, with an average length of about 17.5 cm, with poor length uniformity and high dispersion. The fineness of coir fiber is coarse, the average fineness is about 275 microns, and the fiber longitudinal fineness uniformity is poor. Of the coir fiber, the bulk density is about 0.3 g/cm³, and the porosity is about 80 %. The main component is cellulose, accounting for about 46–63 %, but also contains lignin, hemicellulose, pectin and other concomitants. The 1970s, when scholars began to focus on the potential of using plant fibers to strengthen concrete. After years of research and experimentation, coir fibers were found to be effective in improving the toughness, crack resistance and durability of concrete. Early studies focused on exploring the effects of coir fibers on concrete strength, crack resistance, and durability, and researchers found that coir fibers were effective in increasing the compressive strength, flexural strength, and impact strength of concrete. In addition, coir fibers have good resistance to penetration and carbonation.

The main component of nanofibers is related to its source, which can be different substances such as cellulose, carbon, metal, oxide, sulfide, etc. It is very small in fineness, generally between tens and hundreds of nanometers, and it can even reach the size of a single atom, and the density of nanofibers is related to its

constituent elements, which is generally between 1–2 g/cm³. Nanofiber concrete has good strength properties, can significantly improve the building load-bearing capacity, reduce the thickness of the building structure, save resources and reduce costs. In sustainable development, the development trend of NFC is highly favored because it can be prepared from waste materials, which is conducive to the recycling of resources and also helps to solve the problem of environmental pollution.

Steel fiber concrete is currently the most widely used in the field of engineering materials, the largest amount of research malefactor the most adequate kind of fiber concrete. Usually in the experiment usually use corrugated steel fiber, 40 mm long, 4 mm wide, 0.8 mm diameter, density 7.8 g/cm³; tensile strength greater than 1200 MPa, is a very good material to enhance the mechanical properties of concrete, usually add the proportion of 1 % – 1.5 %. Started in 1907, first metal fibers into the concrete used to enhance its performance until the 1970s, the United States Battelle company steel fiber melt pumping technology invention, greatly reducing the manufacturing cost of steel fibers, so that it is widely used in practical engineering.

And the current problems of fiber concrete are nonlinear distribution and durability. The problem of fiber distribution uniformity is a major research focus of fiber concrete. In fiber concrete, the distribution of fibers directly affects the mechanical properties and durability of concrete. Due to the physical properties of fibers and factors such as the viscosity and fluidity of concrete, the distribution of fibers in concrete often has the problem of inhomogeneity, which may lead to non-uniformity in the performance of concrete, or even cracks and other destructive patterns. Therefore, research and exploration of effective fiber dispersion methods and improvement of interfacial properties between concrete and fibers in order to improve the distribution of fibers in concrete and enhance the overall performance of metal-fiber concrete is an important issue at present.

Reference

1. Wang Xiaofeng. Research progress of non-metallic fiber concrete[J]. Journal of Building Materials, 2018, 21(4): 601–610.

УДК 629.114

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СИЛОВЫХ УСТАНОВКАХ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

Веремейчик Н. С., Шилович А. С., Басалай Г. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: irgrig@tut.by

Summary. *The main types of fuel for use as alternative energy sources in power plants of heavy-duty mining dump trucks are considered. A promising option has been proposed for providing electricity to both heavy-duty mining dump trucks and, in general, such mining enterprises, especially in remote regions without*

stationary high-voltage lines, using a mobile nuclear installation based on the chassis of one of these machines.

Одной из актуальных задач, стоящих на современном этапе перед мировыми производителями большегрузных карьерных самосвалов, является разработка перспективных образцов машин, работающих от альтернативных источников энергии. Решение этой задачи позволит существенно снизить негативное влияние на окружающую среду в регионах ведения масштабных открытых горных работ на карьерах. Например, повседневная круглосуточная работа колонны большегрузных машин на карьере «Микашевичи» сопровождается существенным негативным влиянием на экологическую обстановку в регионе ведения открытых горных работ. Основными негативными факторами являются: выбросы отработанных газов из дизельных двигателей; запыленность воздуха от взаимодействия колес с дорогой; загрязнения окружающей среды твердыми отходами при износе шин.

Цель работы – разработка перспективных направлений использования альтернативных источников энергии в силовых установках большегрузных карьерных самосвалов.

В работе рассмотрены наиболее потенциально применимые для достижения этой цели следующие виды топлива.

Дизельное топливо применяется сегодня практически на всех видах грузового автомобильного транспорта во всем мире. Его применение диктуется высокими энергетическими показателями, развитой промышленностью по его производству и доступностью для потребителей.

Сжиженный природный газ – один из самых перспективных источников альтернативного топлива, в том числе и на транспорте.

Электрическая энергия – один из самых эффективных видов энергии для широкого спектра потребителей во всем мире.

Большой интерес проявляется также и направлении возможности создания энергетических установок, работающих на водороде.

Актуальным на перспективу считаем возможным использование локальных энергетических установок, работающих на ядерном топливе.

Конструкторами Холдинга «БелАЗ» ведутся исследования и практические разработки в направлении создания карьерных самосвалов с газотурбинными двигателями, потребляющими природный газ.

Имеется опыт эксплуатации большегрузных карьерных самосвалов, выполненных по схеме троллейвоз. Однако это сопряжено со значительными затратами на оборудование карьеров силовыми воздушными контактными электрическими линиями, а также существенным ограничением применения данного вида транспорта.

Как известно из докладов специалистов завода БелАЗ на научных конференциях, прошли успешные испытания опытные образцы карьерных самосвалов, работающих на аккумуляторных батареях.

Значимые эксплуатационные преимущества заложены в гибридных энергетических установках для оснащения карьерных самосвалов. Это сочетание дизельного или газотурбинного двигателя с аккумуляторными батареями, так как в этом случае имеется возможность значительной экономии энергии за счет ее рекуперации при спуске машины в карьер.

Таким образом, если первая часть проблемы уже активно реализуется в виде экспериментальных образцов большегрузных карьерных самосвалов на аккумуляторных батареях, то вторая часть проблемы – доступный источник электроэнергии большой мощностью порядка 60–100 МВт.

Для условий работы самосвалов на карьерах Беларуси эта проблема с успехом решается благодаря введенным в эксплуатацию двум блокам атомной электростанции в Сморгони и развитой энергосетью республики. Однако, учитывая преобладающие экспортные поставки большегрузных карьерных самосвалов БелАЗ во многие регионы Земли, в том числе не имеющих развитой энергосети, следует интенсивно разрабатывать эффективные варианты мощных локальных электроустановок.

Например, в настоящее время в России создана плавучая атомная теплоэлектростанция, предназначенная для получения электрической и тепловой энергии в отдаленном регионе Крайнего Севера, обеспечивая в номинальном режиме выдачу в береговые сети до 60 МВт электроэнергии.

Авторами рассмотрено несколько вариантов обеспечения карьеров электроэнергией, особенно в удаленных регионах без стационарных высоковольтных линий. В результате мы остановились на несколько необычном варианте, каким может быть мобильная ядерная установка. Обоснованием этому может служить опытный образец установки «Памир-630Д», которая была разработана в Беларуси еще в 1973 г. Перспективным предлагаем разработку мобильной ядерной установки значительно большей мощности в виде автопоезда на базе карьерного самосвала БелАЗ.

Для продвижения нашего проекта необходимо с учетом характерных горно-геологических условий месторождений, а также типовых технико-экономических параметров деятельности горных предприятий провести комплексный анализ и выдать рекомендации по суммарной потребной электрической мощности ядерной установки.

УДК 656

**ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЯМ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И
ВЫБОРУ МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ
ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ**

Ду Сичжоу, Канский Д. В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: dusizhuo@gmail.com

Summary. Urban electric vehicle charging station is the basic supporting facilities for electric vehicle charging and energy supply, scientific and

reasonable distribution planning can provide users with the convenience of charging, and can also reduce the construction cost for the government and enterprises to obtain more profits. This paper analyses the feasibility of electric vehicle urban charging station siting and discusses the significance of electric vehicle urban charging station planning and siting for sustainable development.

В контексте сокращения выбросов вредных веществ традиционные автомобили, работающие на сжигаемом топливе, постепенно перестают соответствовать развитию современного устойчивого общества. Люди ищут альтернативу традиционному автомобильному транспорту и появление электромобилей делает это возможным. Электромобили, как новый тип транспортных средств, работающих на экологически чистой энергии, из-за характеристик меньшего энергопотребления, меньшего загрязнения пользуются все большей популярностью. Мощность электромобилей пополняется путем зарядки, при этом основная роль зарядной станции (блоку/совместной заправки и т. п.) для электромобилей заключается в своевременном пополнении запасов электроэнергии для путешествующих электромобилей, чтобы обеспечить базовый достаточный запас хода электромобилей и их перемещение до точки назначения (движение по выбранному маршруту).

Зарядные станции для электромобилей, являясь основными объектами для зарядки и подачи энергии, накладывают большие ограничения на развитие электромобилей. Научное планирование рационального распределения зарядных станций для электромобилей в городах может обеспечить пользователям удобство зарядки, а также сократить затраты на строительство и получить больше прибыли и государству, и личному пользователю электромобиля, обеспечить устойчивое развитие транспортных систем.

Планирование и рациональный выбор мест размещения городских зарядных станций представляет собой, по сути, прогноз спроса на разумную поддержку и реализацию пространственной планировки продвижений электромобилей по городу и на его основе определение соответствующих локаций для последующего (поэтапного) строительства станций (из наращивания) для достижения взаимовыгодных целей с учетом возможного государственного и частного партнерства при из строительстве (модернизации существующих автозаправок).

Факторы, участвующие в процессе планирования и выбора местоположения городских зарядных станций, в основном, включают стоимость строительства зарядной станции, период строительства, ее электроснабжение, доступность для транспорта, время парковки и зарядки, а также ее эксплуатацию и техническое обслуживание. Поэтому планирование и размещение городских зарядных станций требует всестороннего учета этих факторов и выявление взаимосвязи между ними

для определения рационального места расположения зарядных станций на транспортной сети города.

Так же необходимо учитывать особенности города, специфику его застройки, характеристики расселения и целевой группы населения, использующего электромобили, плотность как населения, так и транспортных средств с долей электромобилей, передвижения электромобилей в рамках города, удаленность заправок от мест проживания и тяготения и не только. Конечно, основными площадками для строительства зарядных станций являются автостоянки и жилые районы (даже с учетом станций быстрой зарядки). В связи с этим, определение рационального места расположения заправок возможно на основании многофакторного анализа, который бы полностью учитывал все аспекты особенностей «жизненного цикла» электромобилей.

С учетом экономической составляющей, подбор локаций для размещения и оптимизация планировки зарядных станций следует проводить по критериям минимизации затрат на строительство и управление зарядной станцией и максимизации операционной прибыли. Помимо затрат на строительство зарядных станций, следует учитывать затраты на их электроснабжение, эксплуатацию и техническое обслуживание.

Задача рационального размещения и планировки городских зарядных станций должна учитывать не только затраты на строительство и эксплуатацию, но и их общественные атрибуты – необходимо также учитывать потребности различных типов пользователей электромобилей для их удовлетворения. Это обеспечит комплексный подход к решению данной задачи и обеспечит устойчивое функционирование и развитие транспортной системы за счет ее оптимизации (рациональной трансформации с учетом развития электромобилей, подключенных (автономных) электротранспортных средств и популяризации совместного их использования).

Следует отметить, что городские зарядные станции станут оказывать влияние на структуру и работу городских распределительных электросетей. Например, нагрузки зарядных станций будут сконцентрированы как правило в селитебных (жилых) районах города, что может вызвать локальные перегрузки или дисбаланс в городских распределительных электросетях. Мощность зарядки электромобилей зависит как от ситуации со спросом на зарядку, так и от текущей ситуации с предложением в электросети. Поэтому при планировании и расположении зарядных станций для электромобилей также следует учитывать эксплуатационные характеристики и распределительную способность энергосети, в которой располагается зарядное оборудование. Объекты должны быть построены в соответствии с местной структурой энергосети, их проекты должны согласовываться с энергосбытом и энергонадзором. Следует стремиться к строительству зарядных станций с учетом перспективного развития

местной электросети. Также необходимо учитывать поведение владельцев транспортных средств при вождении и зарядке, информацию о прогнозных показателях дорожного движения (планирование потока).

Городская зарядная станция стала одним из ключевых звеньев инфраструктуры, способствующей быстрому развитию электромобилей, позволяющих снизить инвестиционные затраты, улучшить качество и эффективность обслуживания населения, повысить лояльность пользователей для дальнейшего их продвижения.

УДК 711(476)

**СТИЛИСТИЧЕСКИЕ И ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
КРУПНЫХ, СРЕДНИХ И МАЛЫХ ДВОРЦОВО-УСАДЕБНЫХ
КОМПЛЕКСОВ БЕЛАРУСИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА
XX ВЕКА**

Кумаев М. И.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: mishatok12@mail.ru

***Summary.** The article analyzes the stylistic and typological features of the palace and estate complexes of Belarus in the second half of the 19th – early 20th centuries. The types of architectural and planning construction are considered.*

В статье рассматриваются различные стили и типы архитектуры, присутствующие в усадебных комплексах Беларуси второй половины XIX – начала XX века, а также их основные характеристики и особенности.

В архитектуре крупных, средних и малых дворцово-усадебных комплексов проявлялись индивидуальные стилистические и типологические особенности.

Архитектурно-планировочная типология усадебных комплексов подразделяется на усадебные комплексы:

- с представительско-хозяйственными функциями (традиционные);
- с представительско-производственными функциями;
- представительские (с отсутствием хозяйственно-производственных функций).

Функциональные типы дворцово-усадебных комплексов:

1. Более крупные усадьбы I типа включали в себя хозяйственно-бытовые строения, производственные зоны и парк. Данные строения служили для функционирования всего комплекса.

2. Усадьбы II типа включали в себя также хозяйственно-бытовые и 1–2 небольших производственных строений или вовсе производство отсутствовало.

3. Усадьбы III типа развивались только на базе дворянских комплексов и использовались в большинстве случаев в качестве дач или усадеб-музеев.

До XIX в. эклектика в архитектуре дворцово-усадебных комплексов проявлялась в соединении разных стилевых направлений в одном ансамбле (неоренессанса, необарокко, неорококо, неоготики, неомавританского, неовизантийского, псевдорусского стилей). Она сочетала в себе разнообразные лепные украшения, сложные декоративные формы и отражала стремление владельцев усадебных имений к презентабельности. Наиболее характерными примерами являются усадьбы в агрогородке Залесье, в деревне Станьково, в поселке Смиловичи, в деревне Огаревичи, в городе Пружаны и другие.

Примером неоготики является усадьба Бохвицей в деревне Павлиново Брестской области (рис. 1). Здание усадьбы выполнено в неоготическом стиле с использованием элементов классической готической архитектуры. Главный корпус усадьбы представляет собой двухэтажное здание с высокой остроконечной. Фасады здания украшены различными архитектурными деталями, такими как арки, карнизы и пилястры.



Рисунок 1 – Фрагмент главного здания усадьбы Бохвицей в деревне Павлиново

Во время исследования была выделена типология построения крупных усадебных имений и их взаимосвязь со стилистикой комплексов.

1. *Осевой тип построения* был характерен для дворцово-усадебных комплексов позднего классицизма и неоклассицизма, при котором все хозяйственные постройки располагались на одной условной оси с главным зданием усадьбы.

2. *Центрический тип построения* преобладал в имениях в стилистике также позднего классицизма и неоклассицизма. Все вспомогательные, хозяйственные и производственные постройки равномерно рассредотачивались по всей территории имения.

3. *Свободный тип планировки* был в усадебных комплексах стиля эклектика и модерн, где все хозяйственные постройки равноудаленно размещены от главного здания.

Архитектурные комплексы Беларуси второй половины XIX – начала XX века представляют собой уникальное сочетание различных стилей и типов архитектуры. Изучение и сохранение этих комплексов является важной задачей для сохранения исторического наследия Беларуси.

Список использованных источников

1. Кулагин, А. Н. Эклэтыка: Архітэктура Беларусі другой паловы XIX – пач. XX ст. / А. Н. Кулагин. – Мн.: Ураджай, 2000. – 302 с.
2. Федорук, А. Т. Старинные усадьбы Беларуси. Кореличский район / А. Т. Федорук. – Минск: Беларусь, 2013. – 174 с.

УДК 628.336.3:661.842'053.2(043.3)

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ КАРБОНАТНОГО СЫРЬЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИПСА РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ В СИСТЕМЕ $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$

Комаров М. А.

Белорусский государственный технологический университет

e-mail: makkom1995@gmail.com

Summary. In the course of experimental studies, it was found that the shape and size of the crystals affect the strength characteristics of the gypsum binder, as well as the filterability of the synthetic gypsum suspension, and the shape of the resulting crystals depends on the nature of the carbonate raw material used. It was found that the best filterability and strength characteristics are provided by crystals of prismatic and scaly forms of calcium sulfate dihydrate, obtained from insufficient lime and coagulation sediment of natural waters.

Вовлечение различных видов отходов [1–2] в производства является перспективным направлением, а с получением импортозамещающих материалов сверх актуальной. В Республике Беларусь не имеется пригодных месторождений для промышленной добычи природного гипсового камня. Исходя из этого был проработан способ получения синтетического гипса из различного карбонатного сырья, в том числе и техногенного: мела различных месторождений, отсева мелкой фракции известняка, недопада извести и осадка коагуляции природных вод [3]. Экспериментальным путем было установлено, что в зависимости от природы карбонатного сырья кристаллы синтетического гипса образуются различной формы и размера [4]. Из данных, полученных с помощью РФА, было установлено, что синтетический гипс, полученный из отсева известняка и осадка коагуляции природных вод практически идентичен с природным гипсом; РФА образцов синтетического гипса, полученного на основе мела практически идентичен РФА образца фосфогипса, а РФА синтетического гипса, полученного из недопада извести, существенно отличается от всех остальных образцов.

Образцы, синтезированные из различного карбонатного сырья, отличаются интенсивностью и показателем температуры эффектов, как

между собой, так и с природным гипсом и фосфогипсом. ДТА синтетических гипсов, полученных на основе двух месторождений мела и известняка, весьма похожи на ДТА природного гипса по наличию основных эффектов, однако у каждого образца пики сдвинуты относительно пиков у природного гипса. ДТА образца синтетического гипса, полученного на основе осадка коагуляции природных вод, также похож на ДТА природного гипса, однако есть также сдвиги основных эффектов. Отличительной особенностью данного образца является не ярко выраженный пик в области 340–370 °С. У образца, полученного на основе недопала извести, имеется существенное отличие – присутствие двух экзотермических эффектов при 215 °С и 296 °С, существенным отличием является сдвиг основных эффектов на 40 °С в меньшую сторону по сравнению с показателями эффектов природного гипса.

По результатам, полученным с помощью SEM фотографий, что образцы синтетического гипса, полученного из мела Красносельского месторождения и Климовичского месторождения имеют разнообразную форму (чешуйчатую, игольчатую и призматическую) и размеры кристаллов. Это объясняется тем, что мел имеет рыхлую структуру, и скорость роста кристаллов превышает скорость растворения, и тем самым управление структурой образующегося дигидрата сульфата кальция становится проблематичным. Синтетический гипс, полученный из отсева известняка представлен в большей степени кристаллами пластинчатой формы, а остальные призматической, что является оптимальной формой кристаллов для получения вяжущих на его основе. Синтетический гипс, полученный на основе осадка коагуляции и на основе недопала извести, представлен кристаллами правильной призматической формы, что позволяет значительно облегчить стадию фильтрации суспензии синтетического гипса и тем самым получать гипсовые вяжущие на его основе с более высокими прочностными показателями.

Полученные данные с помощью РФА, ДТА и SEM свидетельствуют о том, что образцы, синтезированные из различного карбонатного сырья и даже различных месторождений мела, отличаются своей кристаллической структурой, формой и размером кристаллов и частиц, а также размерами кристаллической решетки.

С помощью просвечивающей микроскопии было подтверждено, что наличие примесей оказывает влияние не только на форму и размер отдельных кристаллов, но и на саму кристаллическую решетку, а именно на межатомное расстояние и углы кристаллической решетки. Различия в кристаллической решетке соответственно и ведет к различиям в основных характеристиках, вяжущих полученных на их основе.

Таким образом из совокупности полученных данных наиболее перспективным карбонатным сырьем для получения синтетического гипса является отходы (недопал извести и осадок коагуляции природных вод).

Список использованных источников

1. Smorokov A. et al. Low-temperature method for desiliconization of polymetallic slags by ammonium bifluoride solution // Environmental Science and Pollution Research. – 2023. – Т. 30. – № 11. – С. 30271–30280.
2. Smorokov A. et al. A novel low-energy approach to leucoxene concentrate desiliconization by ammonium bifluoride solutions // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2023. – Т. 98. – № 3. – С. 726–733.
3. Romanovski V. et al. Approaches for filtrate utilization from synthetic gypsum production // Environmental Science and Pollution Research. – 2023. – Т. 30. – № 12. – С. 33243–33252.
4. Kamarou M. et al. Low energy synthesis of anhydrite cement from waste lime mud // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2023. – Т. 98. – № 3. – С. 789–796.

УДК 504.064:681.518:628.3

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И РАСТВОРЕННОГО В ВОДЕ ОЗОНА

Комаров М. А., Поспелов А. В., Короб Н. Г., Хотько А. Н.

*Белорусский государственный технологический университет,
Филиал Белорусского государственного технологического университета
«Белорусский государственный колледж промышленности строительных
материалов»*

e-mail: makkom1995@gmail.com, andrei29088@mail.ru

***Summary.** The purpose of this work was to apply life cycle assessment methodology to select the best option for disinfection of water treatment structures. The significance of the potential impacts of the system on the environment is assessed based on inventory analysis data. Comparison was carried out using the IMPACT 2002+ V2.12 methodology.*

В целях борьбы с эпидемиями вирусов, как, например, во время последней эпидемии коронавируса, при которой хлорсодержащие дезинфицирующие средства оказались наиболее широко используемыми в мире дезинфицирующими средствами и одними из многих рекомендуемых ВОЗ, происходит масштабная обработка поверхностей, а во многих случаях сопровождающаяся использованием растворов с высокими концентрациями хлорсодержащих дезинфицирующих веществ.

Дезинфицирующие средства на основе хлора не являются единственной альтернативой [1]. Ранее было показано, что дезинфекция поверхностей растворенным в воде озоном может быть перспективной с точки зрения коррозии и с экологической точки зрения [2]. Дезинфекция поверхностей имеет жизненно важное значение для предотвращения переноса патогенных микроорганизмов, но полное понимание ее краткосрочных и долгосрочных эффектов жизненно важно для выбора оптимальных вариантов с экологической, экономической и социальной точки зрения [3].

Взвешивание, проводилось с помощью оценки значимости каждой категории воздействия для объединения значений категорий в единую величину, отражающую экологическую характеристику исследуемой системы (рис. 1).

Применение методики оценки жизненного цикла для сравнения применения различных веществ для дезинфекции сооружений водоснабжения показало, что наименьшее значение экоиндикатора соответствует варианту применения раствора озона в воде. Кроме того, необходимо отметить, что из вариантов применения хлор содержащих веществ наилучшей характеристикой обладает гипохлорит натрия.

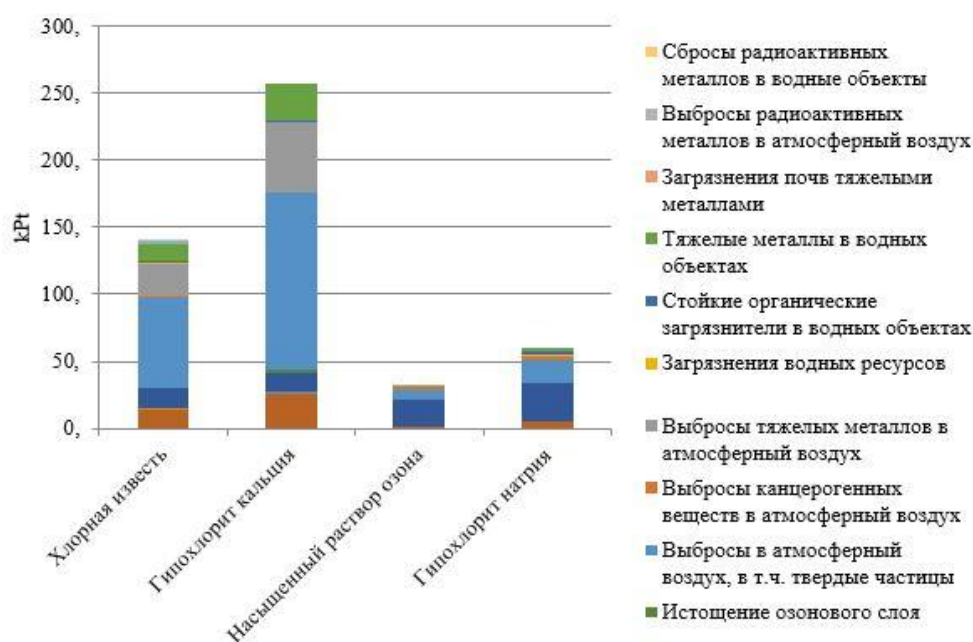


Рисунок 1 – Применение различных дезинфицирующих веществ по результатам взвешивания

С экологической точки зрения обработка озоном имеет преимущество перед обработкой гипохлоритом, так как не образуется отходов. Хотя озон относится к тем же классам опасности, что и гипохлорит натрия, в отношении водных организмов, его преимущество заключается в том, что его генерацию можно проводить непосредственно на объекте его применения и что его период полураспада составляет в среднем 20 минут. Это приводит к значительно меньшему воздействию на окружающую среду обработки озоном по сравнению с обработкой гипохлоритом натрия или кальция.

Работа выполнена при поддержке ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия», задания 2.1.02 «Сорбционные, каталитические и мембранные материалы для водоочистки и водоподготовки», НИР 5 «Физико-химические основы коррозии материалов в дезинфицирующих средах и разработка экологических и высокоэффективных способов дезинфекции» (2021–2023 гг.).

Список использованных источников

1 Hurynovich, A. D. Analiza efektywności kaskadowego generatora ozonu / A. D. Hurynovich, V. I. Romanovski, P. Wawrzeniuk // *Economia i środowisko*. – 2013. – № 1 (44). – S. 156–164.

2 Романовский, В. И. Анализ эффективности дезинфекции сооружений питьевого водоснабжения с использованием хлорсодержащих дезинфицирующих средств и озона / В. И. Романовский, М. В. Рымовская, Ю. Н. Бессонова, А. М. Ковалевская, В. В. Лихавицкий // *Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология*. – 2015. – №2 (92). – С. 68–71.

3 Романовский, В. И. Сравнительный анализ эффективности дезинфекции сооружений водоснабжения дезинфицирующими растворами / В. И. Романовский, И. В. Рымовская, С. Янь Фэн // *Вода magazine*. – 2015. – №10 (98). – С. 18–21.

УДК 544.723

ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ КАРБОНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАМБУКОВОГО УГЛЯ МЕТОДОМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Ли Мэнвэй

Белорусский государственный университет

e-mail: limengwei107@gmail.com

Summary. *The optimal mode of carbonization for bamboo char production by thermochemical activation method consists of two stages – 300 °C for two hours and 500 °C for two hours. Under this mode, the yield of the obtained activated carbon was 29–31 % and the adsorption capacity for methylene blue was 602–618 mg/g.*

Бамбуковый уголь – это активированный уголь, получаемый путем активации и карбонизации бамбука в качестве сырья, обладающий высокими характеристиками удельной поверхности и адсорбции.

В НИИ ФХП БГУ методом термохимической активации с использованием ортофосфорной кислоты впервые в мире были получены активированные угли (АУ) с удельной поверхностью 1000–1500 м²/г из гидролизного лигнина [1]. Процесс приготовления АУ заключается в следующем: сырье пропитывается ортофосфорной кислотой и карбонизируется в две стадии. Получаемый активированный уголь промывается дистиллированной водой до отрицательной реакции на фосфат-ионы, фильтруется, сушится и измельчается в порошок. Цель настоящей работы – определить оптимальный режим карбонизации активированных 68 %-ной ортофосфорной кислотой измельченных образцов бамбука для получения бамбукового угля и оценить его адсорбционные свойства с использованием метиленового голубого (МГ). Для проведения исследования использовали молодой бамбук (1–3 года), старый бамбук (4–6 лет)

и проведен термический анализ сырья в воздушной атмосфере. Полученные результаты представлены на рис. 1.

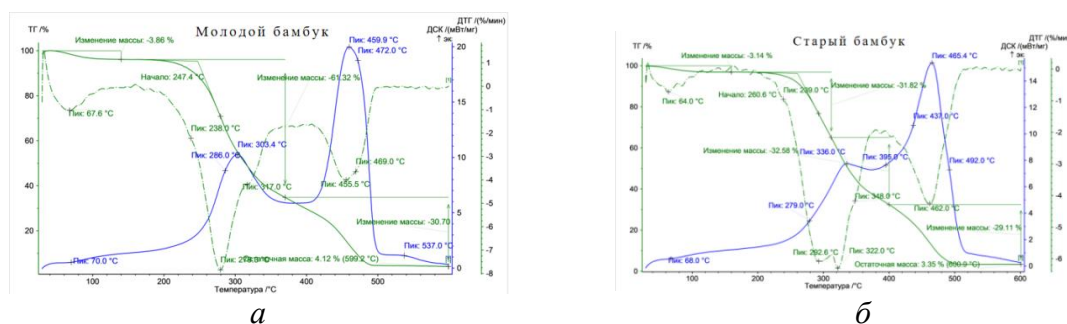


Рисунок 1 – Кривые ДТГ, ТГ и ДСК: *а* – молодой бамбук; *б* – старый бамбук

Из рисунка видно, что термическое разложение бамбука протекает в три стадии, причем перестройка структуры бамбука в углеродистую приходится на температурные интервалы с максимумами при 300 и 500 °С и сопровождается значительной потерей массы и двумя экзотермическими эффектами. Таким образом, оптимальными температурами карбонизации для получения активированного угля из бамбука являются 300 и 500 °С. Для определения оптимального временного режима карбонизации мы изменяли продолжительность процесса на двух стадиях термического разложения от 1 до 3 ч и оценивали выход и адсорбционную способность получаемых АУ по адсорбции МГ.

Таблица 1 – Влияние продолжительности карбонизации на 1-ой и 2-ой стадии

Исходный бамбук	Выход, %	Адсорбционная способность АУ по МГ, мг/г
300 °С 1 ч, 500 °С 2 ч		
старый бамбук (4–6 лет)	28 ±2	610 ±11
молодой бамбук (1–3 года)	25 ±2	604 ±11
300 °С 2 ч, 500 °С 2 ч		
старый бамбук (4–6 лет)	29 ±1	618 ±14
молодой бамбук (1–3 года)	31 ±2	602 ±14
300 °С 3 ч, 500 °С 2 ч		
старый бамбук (4–6 лет)	24 ±2	594 ±9
молодой бамбук (1–3 г.)	20 ±2	552 ±9
300 °С 2 ч, 500 °С 1 ч		
старый бамбук (4–6 лет)	30 ±2	589 ±10
молодой бамбук (1–3 г.)	28 ±2	588 ±10
300 °С 2 ч, 500 °С 3 ч		
старый бамбук (4–6 лет)	13 ±1	597 ±11
молодой бамбук (1–3 г.)	17 ±1	577 ±11

Из приведенных в таблице данных можно сделать вывод, что изменение продолжительности первой стадии карбонизации от 1 до 3-х ч при постоянном 2-х ч термическом воздействии при 500 °С позволяет получать угли с высокой адсорбционной способностью по отношению к метиленовому голубому, но при этом лучший результат по выходу АУ достигается при продолжительности 2 ч. На второй стадии термической обработки при увеличении продолжительности процесса до 3-х ч, но при сохранении времени воздействия 2 ч при 300 °С имеет место аналогичная закономерность.

Список использованной литературы

1. Патент ЕА 039799. Способ получения активированного мезопористого угля из лигнинсодержащего сырья. Авторы Гриншпан Д. Д., Цыганкова Н. Г., Савицкая Т. А., Мелеховец Н. А., Макаревич С. Е. и др. Заявл. 15.12.2020. Опубл. 15.03.2022

УДК: 631.86:595.14

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФЕРМЕНТАЦИИ КУРИНОГО ПОМЕТА ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ ЧЕРВЕЙ: ОБЗОР

Ли Я., Лемешевский В. О., Максимова С. Л.

Международный государственный экологический институт имени
А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета,
Всероссийский НИИ физиологии, биохимии и питания животных – филиал
ФИЦ животноводства – ВИЖ им. ак. Л. К. Эрнста
Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по
биоресурсам
e-mail: ly15993087502@163.com

Summary. *Conventional methods of agriculture and waste management are plagued with environmental problems and resource wastage, so there is an urgent need to find more sustainable solutions. The technology of vermiculture of earthworms from fermented chicken manure has attracted much attention in the field of agriculture and waste management. The present study aims to delve into the feasibility of this novel approach by examining in detail the advantages and possible challenges of the technology, as well as its prospects for sustainable agriculture and organic fertilizer production, through an extensive and comprehensive analysis of relevant literature.*

С развитием экономики растет спрос населения на продукты животноводства и птицеводства, птицеводство приобретает все более широкие масштабы, интенсификацию и специализацию; в то же время природная среда подвергается огромному загрязнению. Навоз – это общий термин, обозначающий фекалии и мочу, выделяемые при разведении скота и птицы. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН относит интенсивное животноводство и птицеводство к трем основным источникам загрязнения окружающей среды в мире [1].

Технология ферментации куриного помета дождевыми червями представляет собой инновационный подход, объединяющий два ключевых направления – переработку органических отходов и органическое сельское хозяйство. Ферментированный куриный помет – это ресурс, богатый органическими веществами, питательными веществами и микроорганизмами, однако неправильное обращение с ним может привести к появлению неприятного запаха, загрязнению воды и распространению инфекционных заболеваний. Между тем, дождевые черви – это инженеры экосистем, известные своей удивительной способностью расщеплять органические отходы и превращать их в высококачественное органическое удобрение.

Технический процесс ферментации куриного помета для разведения дождевых червей состоит в основном из трех этапов: (1) Предварительная обработка куриного помета, смешивание куриного помета с соломой, опилками и другими отходами, регулировка соотношения углерода и азота и содержания влаги, чтобы сделать его пригодным для ферментации. (2) Аэробная ферментация куриного помета: при соответствующих условиях температуры, влажности и вентиляции микроорганизмы разлагают органические вещества куриного помета на простые вещества, уничтожая при этом микробов, яйца насекомых и снижая содержание вредных веществ, таких как тяжелые металлы и антибиотики [3]. Вермикомпостирование куриного помета: ферментированный куриный помет используется в качестве пищи для дождевых червей, рост и размножение дождевых червей стимулируется регулярным переворачиванием кучи, контролем температуры, влажности и вентиляции, и куриный помет превращается в высококачественное органическое удобрение или вермикомпост [2].

Анализ преимуществ ферментации куриного помета и разведения дождевых червей включает в себя следующие аспекты:

1. Экологические преимущества: в процессе ферментации и разведения достигается безвредное и рациональное использование куриного помета, снижается загрязнение окружающей среды.

2. Экономические выгоды: в процессе ферментации и разведения производятся высококачественные органические удобрения, а живые или высушенные дождевые черви могут использоваться в качестве высококачественных удобрений и высококачественных кормов в сельскохозяйственном производстве или продаваться на рынке.

3. Социальные выгоды: процесс ферментации и разведения позволяет повысить доход и уровень жизни сельскохозяйственной отрасли и фермеров, способствует развитию зеленой экологической экономики, а также повышает уровень осведомленности и технологий в области охраны окружающей среды.

Вермикомпостирование куриного навоза может не только облегчить проблему загрязнения окружающей среды, но и принести экономическую выгоду, а модель развития может быть рециркулирована, что заслуживает поощрения. Более того, двусторонняя модель переработки «куриный навоз

– вермикомпост – корма – животноводство» и «куриный навоз – вермикомпост – выращивание сельскохозяйственных культур» позволит по-новому взглянуть на устойчивое развитие сельского хозяйства.

Список использованных источников

1. Li, Y. Review of Publications on the Study of Poultry Manure Problems in Environmental Pollution and Its Reuse / Y. Li, V. Lemiasheuski // International Conference on Agriculture Digitalization and Organic Production. – Singapore: Springer Nature, 2023. – P. 129–140.

2. Тинлун, Ч. Анализ преимуществ обработки куриного навоза дождевыми червями / Ч. Тинлун, Ю. Ю. Аоянь // Хэйлунцзянское животноводство и ветеринария. – 2020. – Vol. 5. – С. 60–63. (на китайском)

УДК 504

THE PROBLEM OF IDENTIFYING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY GOODS WITH NON-ENVIRONMENTALLY FRIENDLY GOOD

Сырыцкая А. Ю.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: srnastyia27@mail.ru

Summary. *This article examines the problem of modern society's perception of some products as environmental, while they cause even greater harm to the environment.*

For quite some time now, people have been aware of environmental problems and have even tried to solve them. Before, the problem was that people just didn't really know what the problem was, but now we hear about it everywhere. It would seem that nowadays people are divided into two types: people who follow the environment saving movement and do everything they can to help global warming and other environmental problems and those people who know about it but and don't pay much attention to it and don't devote their energies to it. But there are actually at least three groups of people in the world today. The third group of people is people who think they are helping nature, but in fact they are not.

There is now a widespread belief that it is better to use paper bags instead of plastic bags. And not only bags, but also other things. Since high school, everyone knows that plastic takes hundreds of years to decompose, while wood is an ecological product. To understand everything, let's go in order and look at the production of plastic bags. Plastic bags mainly use such a material as polyethylene. More specifically, low density polyethylene, or LDPE. A gas called ethylene, or C₂H₄, is used to produce it. To produce polyethylene, the original gas is compressed and then heated to 160 degrees centigrade, after which the molecules begin to bond together. After that, the liquid polymer is poured into moulds and cooled, then sent to the required device. As for the production of paper bags, sawdust is poured into water, and it is not the water that is pumped out. It is fully usable again because of the fact that people have learnt over the years to

recycle it all very well [1]. It's talking about the water that eventually combines these sawdusts. Let's take into account that even though wood is used in one form or another, and wood is a renewable resource, but we use a bag a couple of times and throw it away, and trees take longer to grow. And a felled tree could be used more efficiently than for a few disposable bags.

In terms of production costs, paper production requires more energy and processing costs. Paper production uses twenty times more water than plastic production. The first 1,000 would require 1,004 gallons of water, while the plastic 1,500 would require just 58. The chemicals needed to heat and bind the wood chips contribute to acid rain near factories [2].

We looked at what happens to bags before final production, the first stage of their life cycle. And what happens at the end of their life cycle. Most people use plastic bags for their original purpose, and then they are often used as garbage bags. Paper bags are initially intended for their intended purpose, and then most likely their life cycle ends and they are thrown away. Unfortunately, now there are not many waste processing facilities, and therefore most of the waste is not recycled, but is simply taken to landfills, where all the bags decompose. As mentioned earlier, plastic takes hundreds of years to decompose, while paper takes about a few weeks to decompose. There is an opinion that in this way biodegradable plastic or paper produces more harmful gas due to the fact that they have a shorter decomposition time. And the greenhouse effect is not the only problem that worries today's environmentalists. The production of such bags releases substances that lead to cancer.

In this case, the conclusion is that the use of paper bags is more harmful than plastic ones. Most paper products can be recycled. One ton of recycled fiber saves an average of 17 trees, according to paper recycling research. Additionally, recycling paper uses 70 % less energy than producing new paper [3].

Having done this analysis, it can be difficult to make the only truly correct decision for yourself. But now there is a third option – fabric bags, simply string bags, which appeared many years ago and are now remembered and appreciated in a new way. If you look at this skeptically, then not everything is so easy. In addition to garbage dumps, there are also landfills of clothes that have outlived their useful life. The fabric also takes a long time to decompose and evaporate harmful gases. For every plastic bag used, people would need to reuse a paper bag an additional half time and an organic cotton bag an additional 150 times to equalize the release of cancer-causing chemicals. But fabric bags are designed to be used much more times than other types of bags. It is unlikely that anyone will throw them away after using them once or twice. Therefore, it is best to use them, especially since now they are available for every taste and color. The main thing is to use it for a long time.

References

1. Медведева, А. В. Пластик как острая экологическая проблема загрязнения планеты / А. В. Медведева // Молодой ученый: [website], 2020. – № 19 (309). – С. 171–172. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/309/69746/>. – Дата доступа: 28.10.2023.

2. Australian billionaire to back chemical recycling efforts globally / *Plastics News*: [website], 2019. – Режим доступа: <https://www.plasticsnews.com/news/australian-billionaire-back-chemical-recycling-efforts-globally>. – Дата доступа: 28.10.2023.

3. Экология: учебное пособие / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016 – 136 с.

УДК 621.577

ПРЕИМУЩЕСТВА АБСОРБЦИОННЫХ БРОМИСТО-ЛИТИЕВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НАД КОМПРЕССИОННЫМИ ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ

Тишкова А. И., Шунькевич А. В.

Белорусский национальный технический университет

E-mail: arina2004823@gmail.com

Summary. *The article discusses the advantages of lithium bromide absorption heat pumps over compression heat pumps, because enterprises are somehow faced with the problem of fuel economy.*

Абсорбционный бромисто-литиевый тепловой насос (АБТН) – это устройство непрерывного действия, предназначенное для передачи тепловой энергии от источника с низкой температурой к источнику с более высокой температурой. Подводимой энергией привода для АБТН является тепловая энергия, а для компрессионных тепловых насосов – электрическая энергия. На рис. 1 в виде полосовой диаграммы Сэнки приведен энергобаланс системы генерации электроэнергии на тепловой электростанции, доставки ее потребителю и использованию в ПКТН [1].

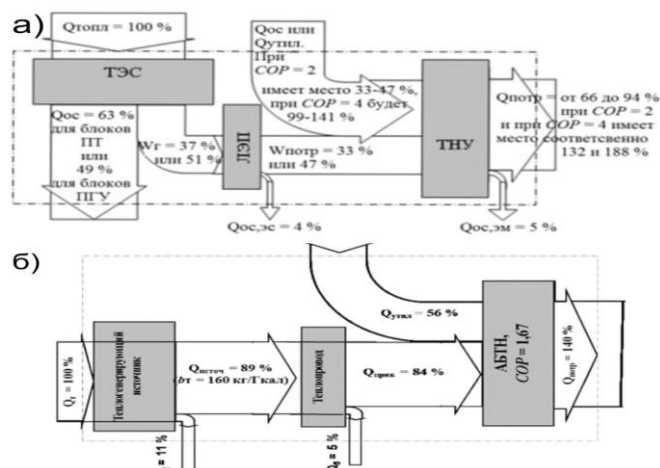


Рисунок 1 – Преобразование: *а* – энергии природного газа в тепловую энергию, сообщаемую сетевой воде парокompрессионным тепловым насосом; *б* – потоков тепловой энергии в абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосах

Для предприятий более важно обеспечивать финансовое благополучие, связанное с использованием установки. В этом отношении необходимо рассмотреть соотношение затрат ($D_{зтр.}$) на покупку электроэнергии,

требуемой для привода ПКТН, и выручки от продажи бестопливного потока теплоты ($D_{\text{прд}}$). Можно записать уравнение 1 для соотношения этих величин [1].

$$\frac{D_{\text{прд}}}{D_{\text{зтр}}} = \frac{W_{\text{зтр}} \cdot \text{COP}_{\text{hp}} \cdot T_{\text{тэ}}}{W_{\text{зтр}} \cdot T_{\text{ээ}}} = \text{COP}_{\text{hp}} \cdot \frac{T_{\text{тэ}}}{T_{\text{ээ}}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{зтр}}$ – потребление электроэнергии на привод ПКТН, кВт·ч;
 COP_{hp} – отопительный коэффициент ПКТН, доли;
 $T_{\text{тэ}}$ – тариф на продажу тепловой энергии от ТНУ, руб./кВт·ч;
 $T_{\text{ээ}}$ – тариф на продажу электроэнергии энергосистемой предприятию, руб./кВт·ч.

Исходя из уравнения 1, отношение выручки к затратам может быть как меньше, так и больше единицы. При тарифах $T_{\text{ээ}} \approx 0,12$ у.е./кВт·ч и $T_{\text{тэ}} \approx 0,034$ у.е./кВт·ч (40 у.е./Гкал) получаем, что соотношение должно быть $\text{COP}_{\text{hp}} > 3,5$, однако в реальных условиях, учитывая экономическое требование по возврату инвестиций, оно возрастает до значения $\text{COP}_{\text{hp}} > 5$, что практически не достижимо. Из анализа данных рисунка 1 очевидно, что при переходе к ПКТН даже снижение потребления количества энергии по отношению к тому, что требуется для привода АБТН в $(5 / 1,7) = 3$ раза превышающим снижение энергопотребления по сравнению с энергопотреблением, необходимым для привода АБТН, при обеспечении того же количества тепла [2].

Теперь рассмотрим соотношение затрат ($D_{\text{зтр}}$) на покупку теплоты требуемой для привода АБТН, и выручки от продажи бестопливного потока теплоты ($D_{\text{прд}}$):

$$\frac{D_{\text{прд}}}{D_{\text{зтр}}} = \frac{Q_{\text{зтр}} \cdot \text{COP}_{\text{hp}} \cdot T_{\text{тэ}}}{Q_{\text{зтр}} \cdot T_{\text{тэ}}} = \text{COP}_{\text{hp}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{зтр}}$ – потребление тепловой энергии на привод АБТН, кВт·ч (или Гкал);
 COP_{hp} – отопительный коэффициент АБТН, доли;
 $T_{\text{тэ}}$ – тариф на покупку и продажу тепловой энергии от ТНУ, руб./кВт·ч (или руб./Гкал).

Таким образом, АБТН обладает рядом неоспоримых эксплуатационных преимуществ. Срок службы АБТН до 30 лет без замены хладагента, представляющего собой раствор воды в бромистом литии. Срок службы ПКТН в два раза короче, что приводит к напрасной трате инвестиций на тот же период, что и срок службы АБТН, несмотря на то, что стоимость ПКТН несколько ниже.

Список используемых источников

1. Костенко, Г. Н. Термодинамически объективная оценка эффективности тепловых процессов / Г. Н. Костенко // Промышленная теплотехника. 1983. – Т. 5, № 4. – С. 70–73.
2. Рогалев, Н. Д. Экономика энергетики: учеб. пособие для вузов / Н. Д. Рогалев и [др.]. М.: «МЭИ», 2005. – 288 с.

УДК 544.653.2

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕРПОЗЕРОВ НА
ОСНОВЕ ОДНОСЛОЙНЫХ И ДВУХСЛОЙНЫХ Al_2O_3 -ПЛАСТИН С
ИМПЛАНТИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ АЛЮМИНИЕВЫХ
ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Шиманович Д. Л.

*Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники
e-mail: ShDL@tut.by*

***Summary.** The technological methods and regimes of interposers formation based on single-layer and double-layer membrane alumina plates with a system of aluminum passive elements, conductive interconnections and through transition elements built inside the dielectric body, obtained by local one-sided and two-sided through thickness anodizing using additional bipolar anodizing, were studied and optimized. Single-layer and double-layer interposers with dimensions of 12×12 mm and 10×10 mm, respectively, were fabricated. It was shown that the thickness of Al_2O_3 interposers can be changed from ~ 30 to ~ 100 μm in terms of design and technology. It was demonstrated that the thickness of implanted Al conductors can be from ~ 5 to ~ 100 μm , and different depths of their location inside Al_2O_3 membrane plates are possible.*

На основании анализа современных мировых разработок, возможностей алюмооксидной технологии и предварительных исследований замечено, что пористый анодный оксид алюминия является весьма перспективным материалом для передовых технологий 2.5D и 3D микроэлектронных устройств в части создания промежуточных пластин (интерпозеров) для объемной сборки кристаллов в единую микроэлектронную систему из-за термостойкости Al_2O_3 , его низких электрических потерь, механической твердости, низкой стоимости и т. д. Новым научным и технологическим решением является такое, когда, используя комбинированное сочетание процессов фоторезистивного маскирования, одностороннего или двухстороннего сквозного анодирования, можно одновременно формировать несущие основания (мембранные пластины интерпозеров), межэлементную диэлектрическую среду и систему встроенных Al-межсоединений с двухсторонним выходом на поверхность контактных переходов [1].

Общая реализация технологического подхода формирования интерпозеров на основе однослойных Al_2O_3 -мембран со встроенной Al-металлизацией включала в себя следующие операции: предварительную температурную, механическую подготовку и химическую обработку (очистку) исходной Al-фольги; химическую или электрохимическую полировку Al-фольги; одностороннее фоторезистивное маскирование в местах формирования коммутационных элементов (контактных площадок и

проводников); одностороннее электрохимическое анодирование в локально незащищенных местах до полного сквозного прокисления подготовленных пластин Al-фольги; снятии фоторезистивных масок.

Общая реализация технологического подхода формирования интерпозеров на основе двухслойных Al₂O₃-мембран со встроенными Al-элементами включала в себя следующие операции: предварительную температурную, механическую подготовку и химическую обработку (очистку) исходной Al-фольги; химическую или электрохимическую полировку Al-фольги; двухстороннее фоторезистивное маскирование в местах формирования коммутационных элементов с различной температурой задубливания для контактных площадок и проводников; двухстороннее электрохимическое анодирование в локально незащищенных местах на некоторую глубину; химическое травление сформированного Al₂O₃; снятие слабозадубленных фоторезистивных масок (с топологических мест проводников); двухстороннее электрохимическое анодирование в локально незащищенных местах до полного сквозного прокисления пластин Al-фольги; снятие сильнозадубленных фоторезистивных масок (с топологических мест контактных переходов и площадок).

Изготовленные интерпозеры представляли собой пластины однослойных и двухслойных Al₂O₃-мембран размером соответственно 12×12 мм и 10×10 мм со встроенной системой алюминиевых коммутационных межсоединений внутри диэлектрического объема толщиной ~30–100 мкм.

Для первого технологического варианта интерпозеров топологический рисунок металлизации представлял собой набор внешних контактных площадок диаметром 400 мкм в количестве 48 шт., расположенных по периметру интерпозеров и соединенных лучеобразными Al-проводниками с набором внутренних контактных площадок размером 100×400 мкм в количестве 48 шт., расположенных в центральной части интерпозеров по периметру зоны 0,4×0,4 см. Толщина Al-металлизации определялась толщиной исходной Al-фольги, а топологический рисунок с обеих сторон интерпозеров совпадал и являлся сквозным через всю толщину Al₂O₃-пластин.

Для второго технологического варианта интерпозеров количество внешних односторонних контактных площадок (размером 100×100 мкм) составляло 124 шт., а количество внутренних контактных площадок составляло 121 шт. с вариантами одностороннего и двухстороннего выхода на поверхность. Толщина алюминиевых имплантированных проводников могла варьироваться от ~5 мкм до ~100 мкм, причем возможна различная глубина их залегания в объеме двухслойных мембранных Al₂O₃-пластин.

Список использованной литературы

1. Шиманович Д. Л. Методы создания встроенных алюминиевых коммутационных элементов в объеме свободных анодных Al₂O₃-оснований // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2013. – Т. 13. – № 3. – С. 186–189.

УДК 621.181.27

ПОЛЕЗНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В КОТЛАХ-УТИЛИЗАТОРАХ

Шулепов Д. С., Галишева К. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: 10605119bntu@mail.ru

Summary. The article describes the relevance of using waste heat boilers in the conditions of construction of peak-standby energy sources at energy facilities, and considers the reason for the need for their installation in production.

В настоящее время в Республике Беларусь устанавливаются 4 пиково-резервных энергетических источника (далее ПРЭИ) [1]. ПРЭИ разработаны на базе газотурбинных установок (далее ГТУ). Сам цикл ГТУ не предусматривает никакой утилизации дымовых газов, а это значит, что они выбрасываются в атмосферу с высокой температурой порядка 600–700 °С. За счет выбросов происходит загрязнение окружающей среды и теряется часть тепловой энергии, которую можно полезно использовать.

Для решения данных проблем применяются котлы-утилизаторы (далее КУ). Они делятся на два типа: паровые и водогрейные. В паровых котлах-утилизаторах высокотемпературная смесь газов подается в нижнюю часть рабочей камеры. В результате ее воздействия вода превращается в пар внутри пароперегревателя, после чего пар подается в паровую турбину (рис. 1).

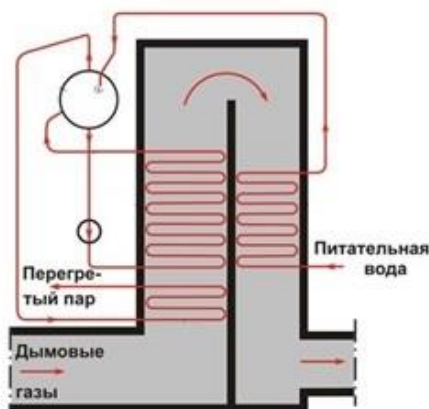


Рисунок 1 – Схема работы парового котла-утилизатора

Водогрейные КУ служат для нагрева воды за счет теплоты дымовых газов, выходящих из ГТУ. Принцип работы схож с паровыми КУ за исключением того, что пароводяная смесь сепарируется в барабане котла. После отделения пара от воды можно направлять воду с температурой 120–130 °С на горячее водоснабжения предприятия или прилежащему к нему населенному пункту. Если же населенный пункт расположен в пределах 20–30 км от источника, то необходимо установить бак-аккумулятор, который

после выключения КУ будет отдавать теплоноситель (горячую воду) постепенно заполняясь охлажденной водой с температурой 25–30 °С (рис. 2).



Рисунок 2 – Передача горячей воды на дальнейшее расстояние

Благодаря КУ, используемым в паре с газовыми турбинами, можно повысить общий КПД вплоть до 90 %. Установка котлов-утилизаторов после ГТУ позволяет увеличить энергетическую эффективность предприятия, снизить выбросы дымовых газов в окружающую среду, а также уменьшить расход топлива.

Список использованных источников

1. Шулепов, Д. С. Пиково-резервный энергетический источник = Peak-backup energy source / Д. С. Шулепов; науч. рук. Т. А. Петровская // Актуальные проблемы энергетики – 2022 [Электронный ресурс]: материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня, Т. А. Петровская; редкол.: Е. Г. Пономаренко (пред.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2022. – С. 120–122.

УДК 691

ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES OF SHELL AGGREGATE AND REED FIBER REINFORCED CONCRETE

Юй Хаосюань, Ван Сяньпэн, Ковшар С. Н.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: kovshar-36@tut.by, wxpxueshu_phd@163.com,

yuhaoxuan2001@gmail.com

Summary. In this paper, the reed fiber added to shell aggregate concrete is analyzed, the effect of adding reed fiber on the strength of concrete under different shell aggregate replacement rates is studied, the method of mechanical property test is adopted, and the bending, compressive and frost resistance experiments are designed, and finally the shell aggregate and reed fiber have good mechanical properties and solidity, and the addition of reed fiber to a certain proportion of shell aggregate can bring considerable social and economic benefits.

With the innovation of science and technology and the overall progress of society, sustainable development plays an increasingly important role in research, and the importance of environmental protection is particularly prominent in this context. In order to protect the environment, we believe that the development of green building materials is essential due to the destruction of a large number of natural resources due to the growing demand for buildings. Therefore, after discussing the existing research, we found that shell aggregate can provide sufficient concrete strength while reducing the exploitation of natural resources, and adding fibers to concrete can improve the strength of concrete, so we carried out the mechanical properties analysis of shell aggregate and reed fiber reinforced concrete.

The properties of shells used for concrete. When replacing the traditional aggregate, the shell strength is higher, and it also has good mechanical properties and firmness, which can withstand the load and stress in the concrete, and ensure the safety and stability of the concrete structure; it has low water absorption and adsorption, and reduces the loss and evaporation of cement slurry; it ensures the workability of concrete, and has a reasonable particle gradation and shape, which can reduce the porosity in the concrete, improve the compactness and strength of the concrete; it has a low alkali activity and harmful substance content, and avoids the reaction with the alkali in the cement, resulting in the cracking of the concrete. In addition, studies have shown that the appropriate proportion of shells instead of fine aggregates can fill the pores of the material, improve the overall compactness, reduce the absorption rate, improve the compressive strength, and improve the workability, strength, and durability of the mortar.

Reed fiber used for the performance of construction. Reed fiber in the application of concrete, as a fiber material to improve cement or lime-based mortar, it can enhance the mechanical properties of concrete, as a reinforced brittle material. A significant advantage is the flexural performance after cracking, in addition, it plays a fundamental role in improving the mechanical properties of composite materials, and the reinforcing materials are distributed in the composites, which have effective sealing and bridging crack capabilities under bending or tensile stress, so the post-crack toughness caused by reed fibers in cement materials may allow the large-scale construction use of such composites.

Experimental process. According to the characteristics of shell and reed fiber, the basic idea of achieving the research goal in this study is to add reed fiber at the addition rate of 1–6 % of the cement mass under the replacement rate of 10 %, 30 % and 50 % shell aggregate, and pour the block on this basis. frost resistance, so as to further discuss the effect of shell aggregate substitution on the mechanical properties of concrete.

Experimental materials. The cement used in this study is R45. The experimental blocks were divided into standard group and reference group, and the material ratio of the standard group was: cement 0.5 kg, water 250 ml, sand 0.6 kg, stone 0.9 kg. On this basis, shells are added to the concrete according to

10 %, 30 %, 50 % and other quality substitute stones, and reed fibers are added to the concrete at the addition rate of 1–6 % of the cement mass, and the cube specimens of 40 mm × 40 mm × 160 mm are formed.

When shell and reed fiber are mixed with shell in a certain proportion, the crack resistance, impact resistance and mechanical properties of the cementitious material system can be improved, and the compressive and flexural strength of the concrete test block are greatly improved. The experiment shows that in the performance test of the specimen, the strength of the block does not decrease at 28 d, and the shell as an aggregate does not cause the reduction of the early strength of the concrete, which not only maintains the advantages of ordinary concrete, but also has the advantages of waste utilization, and will not affect the basic properties of the mortar. The microstructure test results show that the adhesion between the shell and the cement slurry is good, and the irregular shape of the shell significantly improves the distribution of the latter in the cement matrix, which fully shows that the shell is used as a fine aggregate, and even significantly enhances the workability of concrete compared with the traditional aggregate. Therefore, under the premise of reducing the consumption of primary aggregates and environmental protection, the use of shell aggregates does not affect the construction quality, and can significantly reduce the price of building materials. In addition, the flexural capriciousness of reed fiber can well improve the flexural strength of concrete, so the use of shell aggregate and reed can produce considerable social and economic benefits, and well realize the sustainable development of green building as the concept.

YDK 338

A NEW FLYWHEEL ENERGY STORAGE DEVICE FOR CONVERTING POTENTIAL ENERGY INTO KINETIC ENERGY

李政洋 (Li Zhengyang)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail: 1697923587@qq.com

***Summary.** Generally, vehicles with axle structure do not use the gravitational potential energy of people and objects reasonably during transportation, but use the extra energy to make the vehicles operate. The purpose of this project is to study a flywheel energy storage device that converts potential energy into kinetic energy, so as to store gravitational potential energy and convert it into kinetic energy for output on demand, which is widely used in industry, civil transportation, medical rescue and other fields.*

With the rapid development of the times, the problem of insufficient energy supply has appeared all over the world. Under the background of the times, General Secretary Xi Jinping put forward the “double carbon” plan. Under the goal of carbon peaking and carbon neutralization, new energy will grow by leaps and bounds. In addition, the unique advantages of new energy technology

compared with traditional energy technology make it urgent to develop new energy and store energy. At present, common energy storage technologies include flywheel energy storage, pumping energy storage, compressed air energy storage, battery energy storage, heat storage energy storage, superconducting magnetic energy storage and other technologies. Compared with other energy storage methods, flywheel energy storage technology has the advantages of high energy storage density, high energy conversion efficiency, fast energy charging and discharging speed, strong environmental adaptability, long service life and easy maintenance. At the same time, considering that most vehicles are always in the gravitational field in the working process, which reduces the motion efficiency and increases the energy consumption with the increase of load, it has a wide application prospect to use flywheel as a device for converting kinetic energy from gravity.

China has done a lot of research on the application of flywheel energy storage in vehicles. Flywheel can be used as an auxiliary energy storage unit of electric vehicles, which can output higher instantaneous auxiliary power when the vehicles accelerate and climb slopes, and can improve the energy recovery rate when regenerative braking. There is also a similar structural design in human vehicles. The designed device transmits gravity from the seat plate to the planetary gear through the connecting rod, which makes it rotate, and then drives the outer gear ring and the internal single-stage flywheel to rotate, transforming gravity into kinetic energy. At the same time, some people have studied using flywheel to transform the gravitational potential energy in the bumpy vibration during transportation into kinetic energy to help the bicycle move forward. The above research can provide technical support for the structural design of flywheel energy storage device in this project.

The application of flywheel energy storage technology and the technology of converting gravitational potential energy into kinetic energy in vehicles are important research directions in the future. This project aims to combine them and develop a flywheel device that can effectively convert and store gravitational potential energy, so as to achieve the purpose that flywheel can work normally under various environmental conditions.

The following are the innovations of this project:

1. Aiming at the problem of unreasonable conversion and utilization of gravitational potential energy in the use of existing vehicles, a flywheel device is developed to realize the effective conversion of gravitational potential energy under various conditions and transform it into power, so as to achieve the purpose of lower transportation energy consumption, and the flywheel is widely used in various vehicles.

2. There are few mechanical devices for storing potential energy, which are inefficient and have the problem of narrow practical application. In this project, lever gears, dual-mass flywheels, spring energy accumulators or other structural systems with adjustment and control functions are used to store gravitational potential energy and use it during the movement of vehicles. The details are as

follows: when the vehicle is downhill, the flywheel stores energy to reduce the downhill speed and ensure driving safety; Release energy to provide assistance when going uphill.

3. Optimize the shortcomings of the existing small flywheel energy storage technology in application. At present, the existing small flywheel energy storage devices have high gravity instant conversion efficiency, but the wheel is not suitable for uphill conditions due to its general structure, that is, it is difficult to store gravitational potential energy and cannot be used immediately when needed. The application of the technology of converting gravitational potential energy into kinetic energy in vehicles is an important research direction in the future. The purpose of this project is to combine the two technologies and develop a flywheel device that can effectively convert and store gravitational potential energy, so as to achieve the purpose that the flywheel can work normally under various environmental conditions.

The new flywheel is composed of positive and negative wheels, and the springs and gears are both inside the positive and negative flywheels. During normal operation, the gravitational potential energy is stored by the spring energy storage device and acts on the positive wheels of the two wheels for potential energy conversion; When the wheel travels, the spring compresses (from 9 o'clock direction to 12 o'clock position) and decompresses (from 12 o'clock to 9 o'clock position). During the rotation, the influence of the compression and decompression of the spring mechanism on the rim part provides extra power for rotation.

YDK 338

电废循环—面向新能源汽车电池中有色金属的电磁涡流分选技术

徐铮 (XuZheng)、赵凯 (ZhaoKai)、暴鹏超 (BaoPengchao)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail: 2933458684@qq.com

Summary. *At present, the new energy power battery is about to enter the decommissioning climax, sorting metal is one of the important step, this paper describes our optimization and innovation of the traditional waste power battery process. The research and development of the new vertical eddy current sorter breaks through the bottleneck of the original equipment, and realizes a breakthrough for the problem of not being able to deal with small-sized electronic waste (original eddy current sorting equipment), the problem of only being able to separate non-metals and metals, not being able to separate different metals at the same time (high-voltage electrostatic equipment), and the problem of high-pollution and high-emission (chemical treatment), focusing on the solution of the recovery of the metal with a particle size of less than 5mm. The Recycling Process is a mechanical-physical device that realizes the separation of small-sized non-metals from metals and between different metals. Based on this, on the traditional*

recycling process, we also added two processes of freezing crushing and wind selection, freezing crushing by controlling the temperature, the use of which solid waste at low temperatures in the brittle fracture temperature difference, so that the material becomes brittle, in addition to the crushing effect is better, the advantages of energy saving and noise reduction are also very obvious, the wind selection to a certain extent to make the degree of dissociation of the waste power batteries is higher, so that the separation of metal and non-metallic materials more thoroughly, thus improving the recycling efficiency. It also improves the recycling efficiency.

According to the New Energy Vehicle Industry Development Plan (2021–2035) issued by the General Office of the State Council in November 2020, China will also vigorously develop new energy vehicles in the future, and it is expected that by 2025, China's new energy vehicle sales will reach 5 million units, accounting for 20 % of new vehicle sales and 44 % of the global new energy vehicle market capacity. By then, China will become the world's largest country of new energy vehicles.

The vigorous promotion of new energy vehicles has led to the explosive growth of the power battery industry, the current market is common ternary batteries and lithium iron phosphate batteries, lithium iron phosphate batteries in the phosphorus, iron elements are widely available in the earth's resources; lithium iron phosphate batteries, the mixing of chemical mixtures of the simpler method, so that the cost of lithium iron phosphate batteries to be relatively inexpensive about 10–15 %; lithium iron phosphate battery cycle life can be up to 10 years or so, but ternary battery life is only 6 years. Up to about 10 years, but the service life of lithium ternary batteries is only 6 years. The following table shows that lithium iron phosphate year-on-year growth and year-on-year cumulative growth is the most obvious. Lithium iron phosphate batteries (LFPBs) occupy a large share of the power battery market due to their advantages of high safety, long cycle life and low price. At present, in China has entered the end-of-life power battery, lithium iron phosphate batteries accounted for more than 70 %, the future amount of retired lithium iron phosphate batteries will become increasingly large, so the recycling of used lithium iron phosphate batteries is particularly important.

Table 1 – Power Battery Production by Material Type (Unit: MWh, %)

Material type	October	Cumulative January-October	Chain reactionary growth	Year-on-year increase	Cumulative year-on-year growth
ternary material	9200.2	72038.5	-4.5 %	93.5 %	165.0 %
lithium iron phosphate	15892.1	87520.2	17.6 %	314.0 %	378.2 %
lithium manganate	26.2	142.5	61.7 %	31.0 %	21.3 %
consider	25122.5	159824.4	8.4 %	191.6 %	250.0 %

Power battery is mainly composed of shell, positive pole piece, negative pole piece, electrolyte and diaphragm, positive pole piece is composed of aluminum foil and positive pole material adhered on it, negative pole piece is composed of copper foil and negative pole material adhered on it, and these materials contain a large amount of valuable metals, and the composition of valuable metals contained in different positive pole materials is different, among which the metals with the highest economic value are cobalt, lithium, nickel and so on. For example, the average content of lithium in ternary batteries is 1.9 %, nickel 12.1 %, cobalt 2.3 %; in addition, the proportion of copper and aluminum also reaches 13.3 % and 12.7 %, and their content is even much higher than that in primary ores, which is of great recycling value. In addition, a large number of used power batteries are directly landfilled or stockpiled after decommissioning, which not only occupies land resources but also causes serious pollution of soil and water resources when heavy metals such as cobalt, lithium and nickel penetrate into the soil, seriously threatening the environment and human health, and causing great pressure on the social and ecological environment. Therefore, the recycling of used power batteries to realize the green recycling of cobalt, lithium and other scarce mineral resources has greater economic and social value.

At present, there are four methods for the recovery of copper and aluminum as well as some non-magnetic metals in used lithium iron phosphate batteries: fire method, wet method, biological method and mechanical-physical recovery method. Among them, the chemical method is more damaging to the environment, and the biological method is more difficult to be applied in large-scale industrialization. Therefore, the technological breakthrough of physical methods will be a good development direction for sorting. The optimized recycling process and the new vertical eddy current sorter developed in this project focus on solving a series of problems, such as insufficient dissociation of crushed materials, limited size of sorted particles, and excessive sticky and slimy materials.

УДК 338

**“SUMMER STORAGE AND WINTER FURNACE” – DATA CENTER
WASTE HEAT RECOVERY AND UTILIZATION SYSTEM FOR
SEASONAL HEAT STORAGE**

于瀚博 (Yu Hanbo)、施鸿炎 (Shi Hongyan)、谢理凡 (Xie Lifan)、
高海翔 (Gao Haixiang)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail: 562719122@qq.com

***Summary.** As Chinese society moves towards a more intelligent and connected society, there is an increasing demand for data centers. Under normal circumstances, datacenter IT equipment runs 24 hours a day, which consumes a lot of power and emits a lot of heat. Therefore, when the data center consumes power, it also needs power refrigeration and the ambient temperature to ensure the normal operation of the data center, resulting in huge resource consumption. Combined with the background of carbon neutrality and the current situation of large heating demand and long heating period in Northeast China, this project proposes to use data center waste heat resources as the heat source of building heating, reduce the power consumption required for data center cooling, improve the utilization efficiency and economic efficiency of data center waste heat, and then reduce the carbon emission of data center and building heating.*

The project proposed a heating scheme that stored the waste heat generated by the data center into the soil in summer, and combined the cross-season stored heat with the waste heat directly supplied by the data center in winter. On the basis of combining the chip cold tube waste heat collection system, the seasonal soil waste heat storage system and the heat pump system of storing waste heat, the waste heat recovery and utilization of the data center is carried out seasonally, and the waste heat recovery and utilization system of the data center is formed by the “summer storage and winter furnace” seasonal heat storage, so as to realize the transformation of “waste” into “heat” and make the best use of everything. This project uses Trnsys, Comsol and other software to simulate the project system model and optimize the design and calculation of the waste heat recovery resource utilization rate and other related data, providing an effective solution for the green and low carbonization of the data center.

With the rapid development of data center industry, huge energy consumption is a common problem faced by data centers all over the world. In early 2019, China's Ministry of Industry and Information Technology and other three departments jointly issued guidelines on Accelerating the construction of green data centers, proposing that data centers should be “encouraged to build clean energy utilization systems such as waste heat recovery and utilization of their own systems in their own places”. Waste heat utilization in data centers in countries such as Finland, Sweden and Russia has formed a fixed recycling model, and achieved good economic and environmental benefits. However, there are still few mature cases in China in this regard and they

have not yet formed a scale [1]. Based on this, in order to achieve China's carbon neutrality goal by 2060, it is inevitable to actively promote the waste heat utilization of data centers and guide data centers to take the green development path of high efficiency, low carbon, intensive and circular.

The traditional air conditioning system has always had the problem of high-power consumption, and the waste heat will also cause a certain degree of loss in the process of air-cooled recovery. According to the relevant data of “China Energy”, it is expected that in 2030, the electricity consumption of data centers will reach 1.5 %~2 % of the total electricity consumption of society, while the electricity consumption of refrigeration and air conditioning systems in data centers will account for 30 %~50 % of the entire data center. The carbon emissions generated by the electricity consumption of refrigeration and air conditioning systems are huge. Therefore, optimizing the refrigeration and air conditioning system plays a key role in reducing energy consumption.

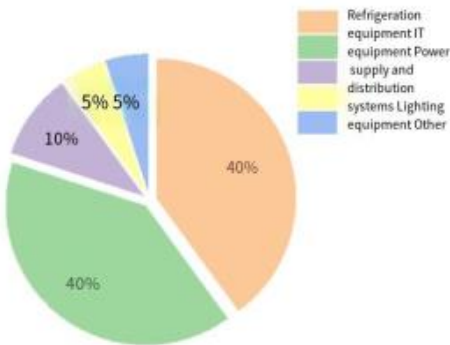


Figure 1 – Data center energy consumption composition

In the energy consumption of data center, the energy consumption of electronic equipment, power supply system and air conditioning system are the main components. In order to evaluate the energy efficiency of a data center, the indicator of power utilization efficiency (PUE) is usually used. PUE is the ratio of the total energy consumption of the data center to the energy consumption of the electronic equipment. The closer the PUE is to 1, the more [2] energy saving the data center is. In 2017, China's State Council issued the 13th Five-Year Comprehensive Work Plan on Energy Conservation and Emission Reduction, which requires the PUE value of new large cloud computing data centers to be less than 1.5 [3]. In 2021, the National Development and Reform Commission of China issued the Implementation Plan for Implementing the goal of Achieving Carbon Neutrality and Promoting the Green and High-quality Development of new infrastructure such as data centers and 5G, which requires the PUE of new data centers to be no higher than 1.30 [4]. However, statistics show that the average PUE of data centers nationwide in 2022 will be 1.49, while the PUE of data centers in North and East China will be close to 1.40 [5]. The energy consumption performance of existing data centers is difficult to meet the needs of current standards.

УДК 621.91

**ОЦЕНКА РЕСУРСА СБОРНОГО КОМБИНИРОВАННОГО
ИНСТРУМЕНТА ПО ВРЕМЕННОЙ СТОЙКОСТИ И КОЛИЧЕСТВУ
ОБРАБОТАННЫХ ОТВЕРСТИЙ**

Ажар А. В., Дулуб А. Д., Сивак М. В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: azhar.a@bntu.by

Summary. An example is given of calculating the service life of a combined tool for machining a stepped hole, which proves the inappropriateness of assigning tool cutting modes to a cutting element with a minimum minute resource. It is proposed to pre-assign cutting modes for tools of the same type according to the cutting element with the longest cutting length, establishing a replacement schedule for the element with the smallest number of machined holes during the period of trouble-free operation.

Ресурс комбинированного инструмента (КИ) выраженный в минутах резания (непрерывной работы) лимитирующей ступени при наработке на отказ часто не соответствует возможной выработке ступеней, выраженной допустимым количеством обработанных отверстий из-за разности пути резания и площади сечения среза разных ступеней инструмента. В качестве примера, позволяющего оценить это утверждение, рассмотрим случай обработки детали «Угольник поворотный» из стали 35 В ресивера комбайна КЗК-1420. Для обработки ступенчатого отверстия под резьбу на токарном станке с ЧПУ спроектирован КИ с твердосплавной вставкой и 4-мя СМП (рис. 1).

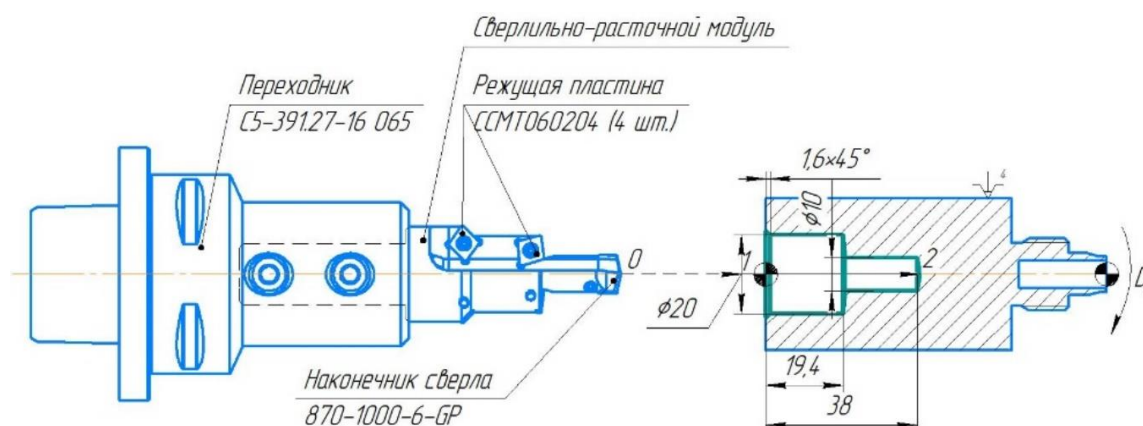


Рисунок 1 – Карта наладки на переход обработки ступенчатого отверстия

Традиционно скорость резания КИ такого типа задается по ступени большего диаметра, а подача по ступени меньшего диаметра. Режимы рассчитываются [1] или выбираются [2] по методикам, обеспечивающим экономически обоснованную стойкость, выраженную в минутах времени резания. Расчет режимов резания для КИ производился по ступени для сверления, имеющей наибольший путь резания, с использованием интернет ресурса Cutting Speed Calculator (Sandvik) [2]. По принятой частоте вращения 1-ой ступени получены скорости резания остальных ступеней (табл. 1).

Таблица 1 – Режимы резания и ресурсные показатели КИ

№ ступени КИ	Содержание перехода	Глубина резания t , мм	Скорость резания V , м/мин	Частота вращения n , мин ⁻¹	Рабочий ход (длина резания) $L_{рх}$, мм ($L_{рез}$), мм	Подача на оборот S_o , мм/об	Минутная подача S_m , мм/мин	Стойкость T вставки, пластины, мин	Кол-во деталей N до смены вставки, пластины, шт
1	Сверлить отверстие	5	140	4460	30,0 (30)	0,30	1338	42	1872
2	Рассверлить под резьбу	5,25	287		(20)			15	2008
3	Расточить фаску	1	308		(1,6)			26	21742

Минутную стойкость ступеней осевого КИ по полученным скоростям резания определяем по эмпирической степенной зависимости, мин [1]:

$$T_i = \left(\frac{C_V \times D_i^q}{V_i \times t_i^x \times S_{oi}^y} \times K_{Mv} \times K_{Pv} \times K_{Iv} \right)^{\frac{1}{m}}, \quad (1)$$

где i – индекс номера ступени КИ. При сверлении отверстия $x = 0$.

Количество обработанных деталей до смены или переточки режущих элементов (пластин, вставок) ступени инструмента, шт:

$$N_i = \frac{n_i * S_{oi} * T_i}{l_i}, \quad (2)$$

где l_i – длина резания ступенью при обработке заготовки, мм.

Результаты расчета ресурсных показателей КИ сведены в табл. 1. Несмотря на уменьшение временной стойкости 2-ой и 3-ей ступени, из-за большей скорости резания, наработка на отказ, по количеству обработанных отверстий этими ступенями выше из-за меньшего пути резания. В результате по времени лимитирует 2-ая ступень, а по количеству отверстий 1-ая.

Допустимое время работы ступени не отражает ее реальную загрузку при определении выработки всего КИ, что может привести к занижению производительности или недоиспользованию ресурса не лимитирующих ступеней КИ. Обеспечение максимального ресурса КИ невозможно через

выравнивание временной стойкости ступеней, из-за разных параметров конструкции и условий работы. Параметрическая оптимизация ресурса КИ, через режимы резания, должна основываться на равенстве числа заготовок, обработанных каждой ступенью за период безотказной работы КИ. В примере такая оптимизация невозможна из-за совместной работы ступеней.

Список использованной литературы

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. Дальского А. М., Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К., Сулова А. Г. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 944 с.

2. Сайт «Сандвик» [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/tools/coroplus-toolguide/tool-recommendation>

УДК 681.7.053.4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДБОРА ГИТАРЫ СМЕННЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА УНИВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК

Ажар А. В., Сивак М. В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: azhar.a@bntu.by

Summary. The article describes a developed software module for automating the selection of replacement wheels for a guitar used on a universal milling machine. The module is implemented in MS Excel based on a macro command, the algorithm of which sequentially goes through all the options from a given set of wheels to find the optimal solution. The module can be adapted to various CAD systems thanks to the built-in API and speed up the selection and configuration of equipment during technological preparation of production.

Автоматизация этапов технологической подготовки производства (ТПП) позволяет ускорить процесс производства, повысить качество продукции и снизить затраты на производство. Одной из задач которую постоянно решает наладчик или технолог является подбор сменных кинематических пар при настройке станка. Проблемы при выборе возникают из-за ограниченного набора колес, предлагаемых для настройки. Этот факт усложняет процесс нахождения допустимого решения обеспечивающего заданную точность передачи кинематического движения от звена к звену станка и связанной с ней характеристики обрабатываемой поверхности. Обычно подбор колес осуществляется по таблицам (М. В. Сандакова или В. А. Шишкова), логарифмическим способом, способом разложения на простые множители, способом замены чисел на приближенные дроби. Такие способы трудоемки, мало вариативны и в ряде случаев недостаточно точны. Данная задача может быть решена путем последовательного перебора всех возможных решений из заданного массива чисел зубьев колес с проверкой по условию кинематического зацепления и заданной точности фактического передаточного отношения.

Быстро и эффективно такие расчеты можно производить при использовании компьютерных средств, позволяющих запрограммировать алгоритм перебора возможных вариантов пар колес при заданных условиях.

Автоматический расчет гитар сменных зубчатых колес, реализован в *MS Excel* в виде модуля, содержащего макрос, работающий по описанному выше алгоритму. Такие гитары используют в приводной технологической оснастке, например, для подключения универсальной делительной головки (УДГ), расширяющей технологические возможности универсальных фрезерных станков. Так для получения винтовой канавки на зубчатом колесе, ходовом винте, осевом режущем инструменте на фрезерном станке согласовывают поворот заготовки с продольным перемещением стола. Для этого шпиндель УДГ связывают с вращением ходового винта продольного перемещения стола с помощью двупарной гитары сменных зубчатых колес.

Передаточное отношение колес гитары определяется по формуле (1):

$$i = \frac{N \cdot P_B}{P_x} = \frac{N \cdot P_B \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi \cdot D}, \quad (1)$$

где N – характеристика УДГ ($N = 40 \dots 120$); P_B – шаг ходового винта продольного перемещения стола станка, мм; P_x – шаг винтовой канавки, мм; D – диаметр заготовки, мм; ω – угол наклона винтовой канавки, град.

Подбор сменных колес гитары производится по формуле (2) после определения передаточного отношения i по формуле (1):

$$i = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}, \quad (2)$$

где a, b, c, d – числа зубьев сменных колес, соответственно.

Далее подобранные колеса проверяются по условиям зацепления:

$$a + b \geq c + 22; c + d \geq b + 22.$$

Автоматизация подбора колес разработанным алгоритмом позволяет ускорить данный процесс в разы. Работа алгоритма состоит из чтения данных с файла *MS Excel* и создания временных переменных. Именованный диапазон записывается в память как четыре (a, b, c, d) списка колес, и переменная для учета «Допустимой погрешности». Далее алгоритм перебирает все четыре списка по очереди, подставляя значения в формулу (2) пока не дойдет до конца каждого. Поскольку получить расчетное i на некоторых гитарах невозможно, в программу введен коэффициент точности K , который принимается опытным путем. Этот коэффициент влияет на точность отбора. Записав результаты подбора в таблицу, алгоритм представляет несколько возможных конфигураций зубчатых колес и выводит погрешность передаточного отношения подобранных колес в сравнении с расчетным i (рис. 1).

Calculation abcd													
i	0,168379864												
точность	0,003	0,30%											
a	c	b	d	a + b > c + 22		c + d > b + 22		действ. i	delta i	погрешность i	c / b		
23	58	79	100	да	●	да	●	0,1688608	0,000481	0,286%	1,362068966		
23	55	75	100	да	●	да	●	0,1686667	0,000287	0,170%	1,363636364		
23	71	97	100	да	●	да	●	0,1683505	0,000029	0,017%	1,366197183		
23	30	41	100	да	●	да	●	0,1682927	0,000087	0,052%	1,366666667		
23	65	89	100	да	●	да	●	0,1679775	0,000402	0,239%	1,369230769		
23	73	100	100	да	●	да	●	0,1679	0,000480	0,285%	1,369863014		
23	61	85	98	да	●	да	●	0,1684274	0,000048	0,028%	1,393442623		

Рисунок 1 – Интерфейс программы для расчета гитары сменных колес

Получение нескольких вариантов пар зубчатых колес, с заданной точностью, расширяет возможности использования оснастки в условиях ограниченного выбора, что подтвердила апробация микропрограммы на ОАО МТЗ в цехе СИиТО. В целом структура и используемое программное обеспечение позволяют расширить возможности модуля для разных типов технологического оборудования. Модуль может быть адаптирован к различным САД-системам с встроенным API расширяя базовый функционал САПР и ускоряя выбор и настройку оборудования при ТПП.

УДК 620.179.1

МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ НА НПЗ

Булавка Ю. А., Кожемятов К. Ю.

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой
e-mail: u.bylavka@psu.by

Summary. A new method for conducting non-destructive testing of equipment operating under excess pressure at an oil refinery in order to replace the internal inspection of equipment containing expensive catalysts, adsorbents or other substances is proposed in this article.

В рамках проведения очередного технического освидетельствования оборудования, работающего под избыточным давлением на НПЗ зачастую возникают технико-экономические сложности с проведением наиболее простого вида неразрушающего контроля – внутреннего осмотра, требующего выгрузки и загрузки катализатора, адсорбента или иного вещества и других внутренних устройств, пропарка которых, зачастую, приводит к их негодности, ухудшению эксплуатационных свойств, потере адсорбционной либо каталитической активности, механическому разрушению, невозможности регенерации после контакта с атмосферным воздухом, что потребует их последующей дорогостоящей замены, что

проблематично, несмотря на значительные достижения в области импортозамещения [1–8]. Предложен алгоритм проведения неразрушающего контроля подобного оборудования, включающий комплекс мероприятий по проведению ревизии оборудования с катализатором (адсорбентом и т. п.):

- увеличение объема ультразвуковой толщинометрии с обязательным контролем толщины стенок аппаратов в местах ввода/вывода продуктов, увеличение количества точек замеров патрубков штуцеров с 4 до 8 точек;

- ультразвуковая дефектоскопия мест пересечений кольцевых и продольных сварных швов с чередованием мест проведения контроля;

- ультразвуковой контроль сплошности основного металла, а также получение непрерывной картины толщины металла на контролируемом участке;

- ультразвуковой контроль швов и ОШЗ врезок с условным проходом более Ду200 для аппаратов, работающих с температурой стенки более 250 °С;

- контроль отсутствия развивающихся дефектов пневматическим испытанием с контролем методом акустической эмиссии.

Также предлагается составление индивидуальных карт контроля для аппаратов, определением кроме чередующихся участков, также и постоянных, наиболее проблемных мест контроля исходя из опыта практической эксплуатации конкретной единицы оборудования.

Список использованной литературы

1. Analysis of equipment life cycle at oil refinery/ К. У. Кожмятов, У. А. Булавка // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 687. doi.org/10.1088/1757-899X/687/6/066038

2. The improving of the safety level of the equipment working under excessive pressure/К. У. Кожмятов, У. А. Булавка// Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2019- Litvinenko (Ed), 2020 Taylor & Francis Group, London, Vol. 2 – P. 822–831. doi.org/10.1201/9781003014638

3. Актуальные проблемы обеспечения безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением на нефтеперерабатывающем предприятии/ К. Ю. Кожемятов, Ю. А. Булавка //Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Воронежский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2019. – № 1 (10). – С. 60–63.

4. Анализ жизненного цикла оборудования, работающего под избыточным давлением на нефтеперерабатывающем предприятии/ Ю. А. Булавка, К. Ю. Кожемятов // Сборник тезисов докладов 73-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2019». – Том 5. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2019. – С. 450–451.

5. Анализ ремонтной документации оборудования, работающего под избыточным давлением на НПЗ / К. Ю. Кожемятов, Ю. А. Булавка // Наука. Технология. Производство – 2019: материалы Международной нацнотехнической конференции, посвященной 100-летию Республики Башкортостан / редкол.: Н. Г. Евдокимова и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – С. 174–176.

6. Контроль и диагностика состояния оборудования, работающего под избыточным давлением на нефтеперерабатывающих производствах: направления совершенствования / К. Ю. Кожемятов, Ю. А. Булавка // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта. Сборник тезисов докладов X Международной научно-технической конференции. – Новополоцк, 2022. – С. 73–75.

7. Направления повышения промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением на нефтеперерабатывающем предприятии / К. Ю. Кожемятов, Ю. А. Булавка // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. 2019. – № 3. – С. 125–128.

8. Направления совершенствования правил по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением/ Кожемятов К. Ю., Булавка Ю. А.// Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: сб. материалов XVII международной научно-практической конференции молодых ученых.: В 2-х томах. Т. 1. – Минск: УГЗ, 2023. – С. 216–218.

УДК 621.924

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕСС ШЛИФОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Деревяго Д. Д., Писаренко А. А., Данилович В. С.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: mstools@bntu.by*

***Summary.** This paper discusses the effects of processing parameters on the grinding process of ceramic products. The article also describes the processing process and tools. Attention is also paid to acoustic emission.*

Техническая керамика относится к категории труднообрабатываемых хрупких неметаллических материалов и механически обрабатывается преимущественно алмазным шлифованием.

Применение керамических материалов (КМ) обусловлено следующими преимуществами: сохранением механических свойств при высоких температурах, высокой износостойкостью и антикоррозийностью. Из недостатков КМ основным считается хрупкость, обусловленная жесткостью связей в кристаллической решетке. В настоящее время основные усилия исследователей при разработке КМ направлены на преодоление хрупкости, повышение уровня прочности, термостойкости и ударной вязкости.

Шлифование керамики – это сложный процесс, зависящий от свойств керамики, свойств шлифовального инструмента, параметров шлифования (глубины резания, прижимающего давления, скорости резания и др.), условий охлаждения.

Съем материала в процессе алмазного шлифования осуществляется в результате создания в поверхностном слое керамической заготовки напряжений, превышающих напряжение разрушения ее материала. В результате абразивная обработка может оставлять на обрабатываемой заготовке слой, включающий микротрещины и определенную макро- и микрогеометрию поверхности.

Установлено, что наибольшее влияние на рост микротрещин в керамической детали при шлифовании оказывает скорость резания, в то же время увеличение скорости резания способствует повышению качества деталей из КМ [1].

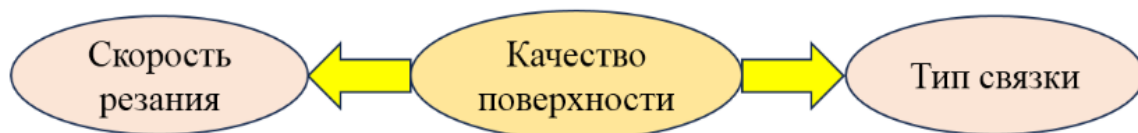


Рисунок 1 – Параметры влияния на качество поверхности

Проведенные в работе исследования характера излома керамических образцов после механической обработки на различных режимах показали, что с увеличением производительности обработки доля образцов, разрушившихся от роста микротрещин, возросла с 11 до 92 %.

Зернистость алмазного круга в пределах от 150 до 600 мкм практически не влияет на прочность образцов из нитридной керамики. Значительное снижение прочности получено лишь при шлифовании кругами с зернистостью 1200 мкм.

Глубина шлифования, которая варьировалась в пределах от 0,025 до 0,75 мм/дв. ход, не оказывает заметного влияния на прочность образцов.

Существенное влияние на качество детали оказывает материал связки шлифовального круга. Для повышения качества деталей из КМ ряд зарубежных авторов рекомендуют отказаться от использования шлифовальных кругов на металлической связке, т. е. производить всю механическую обработку таких деталей шлифовальными кругами на органических связках различной твердости.



Рисунок 2 – Параметры влияния на прочность

Прочность образцов, обработанных кругом на органической связке по сравнению с кругом на неорганической связке, оказалась существенно выше.



Рисунок 3 – Типы связок

Таким образом, необходимо уделять внимание параметрам самого абразивного инструмента, в частности связкам.

Список использованных источников:

1. Горелов В. А. Разработка методов и средств эффективного выбора режимов резания труднообрабатываемых материалов на основе термосиловых характеристик процессов. Диссертация д.т.н.: 05.03.01 – Москва, 2007. – 384 с.

УДК 621.9.011:517.962.1

МКЭ-ИСПЫТАНИЯ L-БАШНИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ АДДИТИВНО-СУБТРАКТИВНОГО СТАНКА

Довнар С. С., Яцкевич О. К., Ланука А. Д., Шведова Д. Н., Аглушевич И. Ю.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: stanislav.dovnar@gmail.com

***Summary.** Transferring of the medieval L-plan tower in to the machine tool L-column is discussed. Geometrical sample for hybrid (additive-subtractive) machine (ASM) is described. FEA is provided for L-column poured from UHPFRC. High stiffness of spindle units (up to 210 N/μm) is stated. Inner angle of the L-column is recommended for support placement. Ice filling increases L-column's rigidity in 1.46 times as well prevents heat propagation. It is proposed to use L-column for a portal-type ASM.*

Работа связана с развитием аддитивно-субтрактивных (гибридных) станков (АСС). Они требуют расположения на одной несущей системе (НС) шпиндельных узлов (SU) для сверлильно-фрезерно-расточных работ и лазерных головок (LU) для нанесения упрочняющих покрытий и термообработки.

В данной работе в соответствии с Грантом Министерства образования Республики Беларусь линию развития АСС сопрягают с линией применения исторических несущих систем ИНС (башен) для технологических машин.

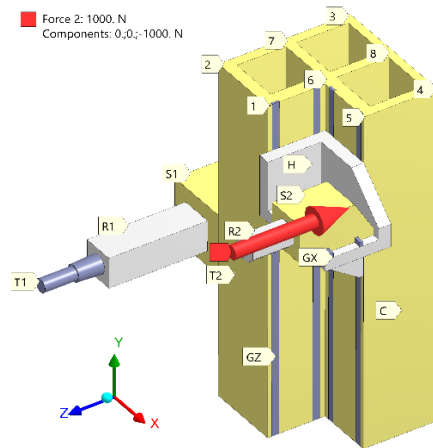
В качестве прототипа НС гибридного станка предлагается рассмотреть исторические L-образные в плане башни (рис. 1 а, б). Сохранность L-башен (L-towers) указывает на прочность и жесткость этого вида ИНС. Шаблон L-башни можно использовать для L-колонны АСС (рис. 1, в).



a



б



в

Рисунок 1 – Исторические L-башни (*a* – Clackmannan Tower; *б* – Gleninagh Castle) и (*в*) их преобразование в L-колонну современного АСС

Предлагается колонна (С на рис. 1, *в*) с L-профилем (1-2-3-4-5-6), усиленным внутренними стенками 6-7 и 7-8. По стене за гранью 2-7-3 перемещается вертикально (по Y) суппорт S1 с ползуном R1, выдвигающим инструмент T1 по Z. Во внутреннем угле L-колонны (1-6-5) может вертикально, по направляющим GZ, перемещаться кронштейн H с еще одним суппортом S2. Суппорт подвижен по X относительно кронштейна и несет свои ползун R2 и инструмент T2.

Внутренний угол обеспечивает двухстороннее удержание кронштейна (по линиям 1-6 и 6-5). Так обеспечивается повышенная жесткость суппорта T2.

Стенки L-колонны могут быть выполнены как традиционными чугунными, так и фибробетонными (UHPFRC на рис. 2, *a*). На рис. 1, *в* L-колонна имеет три полости 1-2-7-6, 6-7-3-8 и 5-6-8-4. Оригинальным наполнителем может быть лед (Ice на рис. 2, *a*). Это полезно для защиты точности L-колонны от тепловых деформаций из-за тепловых потоков из зоны аддитивной, горячей обработки. Лед является одновременно термостабилизатором и элементом жесткости.

На рис. 2, *б* показаны вычисленные в ходе МКЭ-испытания упругие деформационные перемещения L-колонны под действием горизонтальной силы $F_Z^{T2} = 1$ кН на инструмент T2 (стрелка на рис. 1, *в*). Соответствующее перемещение T2 по Z рис. 2, *б* равно 4,7589 мкм. Следовательно, жесткость на инструменте составляет 210 Н/мкм. Это весьма хороший уровень.

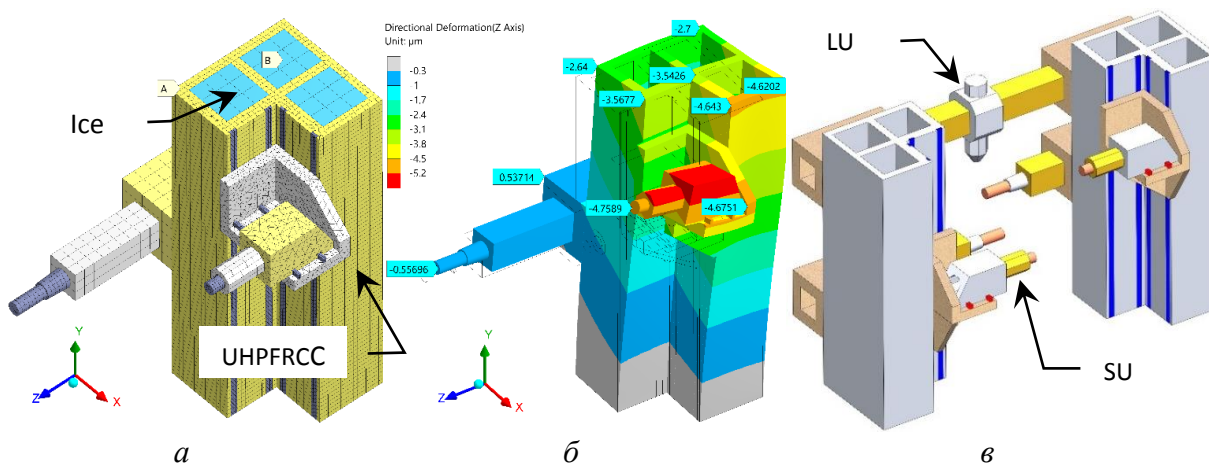


Рисунок 2 – *a* – сетка конечных элементов для L-колонны из фибробетона UHPFRC с заполнителем полостей Ice; *б* – расчетная картина перемещений колонны по Z (мкм) под действием силы в 1 кН (*б*; $\times 100000$); *в* – порталный АСС из двух L-колонн с головками LU и SU

Как показал МКЭ-расчет, при использовании заполнителя Ice с модулем упругости $E_{Ice} = 7$ ГПа жесткость колонны возрастает в 1,46 раза. Следовательно, массивы льда, балансирующего на грани режима таяния, являются потенциально эффективной мерой усиления и стабилизации аддитивно-субтрактивных (гибридных) станков.

L-колонна (L-башня) может служить модулем для сборки более сложных станков. На рис. 2, *a* представлена компоновка порталного АСС, обеспечивающая установку 5-6 обрабатывающих головок. Здесь между двумя L-колоннами появляется траверса, несущая лазерную головку LU. В углах колонн можно базировать как режущие головки SU, так и еще одну траверсу.

Итак, L-башня (L-колонна) является перспективным решением для АСС (гибридных станков). В ее внутреннем угле обеспечиваются условия для жесткого удержания и термостабилизации суппортов и головок любого типа.

УДК 621.95

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОСЕВЫХ СБОРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Дударчик Д. С., Яцкевич О. К.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: mtools@bntu.by

Summary. *The use of 3D modeling and virtual testing in the design of modern prefabricated tools is an excellent solution. Modeling allows to evaluate the design against the expected operating conditions and provide suggestions for its optimization.*

Применение трехмерного моделирования и проведение виртуальных испытаний при разработке конструкции современных сборных инструментов является отличным решением. Моделирование позволяет провести оценку конструкции с учетом предполагаемых условий работы и дать предложения по ее оптимизации.

Для поиска оптимального решения и разработки конструкции сборного сверла со сменными многогранными пластинками диаметром 40 мм для обработки детали из стали 20 был проведен обзор типовых конструкций и патентно-информационный поиск.

Анализ патентов по конструкциям сборных сверл со сменными многогранными пластинками выявил следующие направления совершенствования конструкции:

1. Повышение эффективности обработки отверстий;
2. Повышение производительности за счет повышения надежности закрепления режущей пластины;
3. Улучшение отвода тепла в процессе сверления с целью увеличения стойкости инструмента;
4. Упрощение процесса изготовления гнезда под пластину, повышение точность и надежность ее базирования на корпусе сверла;
5. Повышение работоспособности, расширение технологических возможностей сверла и снижение сил резания.

Для повышения производительности обработки сборным сверлом большое значение имеет допустимая нагрузка, которая ограничивается в том числе надежностью закрепления и прочностью режущей пластины.

В данной работе проведено моделирование и прочностной расчет сборного сверла диаметром 40 мм с модифицированной системой крепления сменной режущей пластинки (рис. 1). Конструкция отличается от типовых решений следующим: вогнутая опорная плоскость в корпусе и выпуклая на опорной поверхности пластины; опорные планки с упругими выступами для взаимодействия с боковой поверхностью режущей пластины, причем в гнезде, которое пересекается осью сверла, указанный выступ расположен со стороны боковой поверхности, обращенной от оси сверла, а в другом гнезде указанный упругий выступ расположен со стороны боковой поверхности, обращенной к оси сверла.

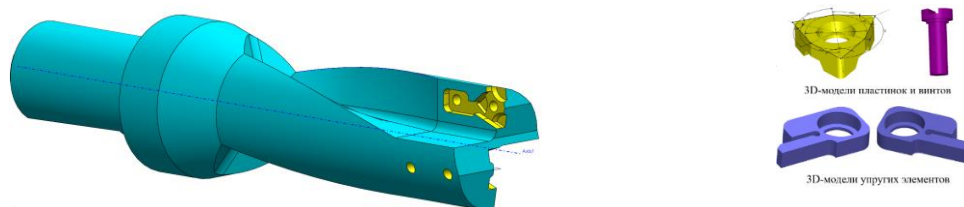


Рисунок 1 – 3D-модель сборного сверла с СМП

Построенная 3D модель была использована для проведения прочностного расчета при нагружении силами резания (рис. 2).

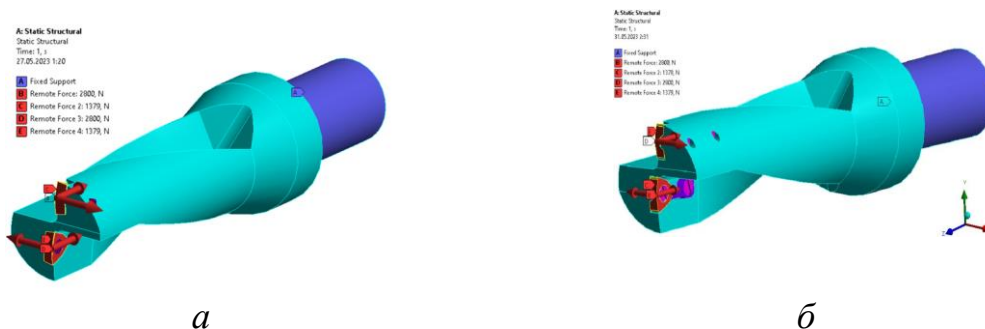


Рисунок 2 – Схема нагружения модели сборного сверла: *a* – базовый вариант (трехгранная пластина крепится винтом); *б* – предлагаемый вариант (трехгранная пластина крепится прихватом)

Расчет уровня напряжений, возникающих под действием сил резания в корпусе сверла, показывает, что для предложенного варианта общий уровень напряжений уменьшился в 2,35 раз с 833 МПа до 354 Мпа.

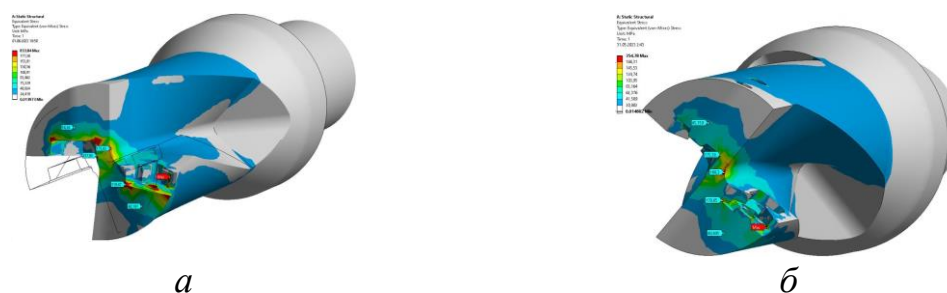


Рисунок 3 – Распределение эквивалентных напряжений в корпусе сверла: *a* – базовый вариант; *б* – предлагаемый вариант

В результате расчета установлено, что предлагаемое усовершенствование конструкции сборного сверла позволит обеспечивать более надежное закрепление сменной пластины с учетом сил резания, а значит и точную обработку отверстий с увеличенной скоростью и подачей.

УДК 550.34

МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В СОЛИГОРСКОМ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ

Каток Н. С., Басалай Г. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: irgrig@tut.by

Summary. *The results of monitoring of man-made earthquakes in the Soligorsk mining and industrial region are presented. The mentioned earthquakes occur as a result of large-scale development of potassium salt deposits using the underground method.*

Землетрясение – подземные толчки и колебания земной поверхности.

Выделяют следующие виды землетрясений: тектонические, вулканические, техногенные, обвальные и горные удары. На территории Беларуси имеют место преимущественно техногенные землетрясения.

Проблема техногенных землетрясений в Беларуси изучается в пределах Солигорского горнопромышленного региона (ГПР), где в результате выемки калийных солей шахтным способом, сложилась сложная эколого-геодинамическая обстановка. В результате интенсивной отработки калийных горизонтов возникают местные землетрясения, а также усиливается просадка земной поверхности и процессы заболачивания.

Актуальность работы состоит в необходимости отслеживания и мониторинга всех происходящих землетрясений Солигорского ГПР с целью обеспечения безопасного извлечения полезного ископаемого и проживания людей в пределах данной территории.

В работе решались следующие задачи: изучение сейсмической обстановки в Солигорском ГПР; выявление причин техногенных землетрясений; анализ динамики землетрясений за последние десять лет. Методы исследований: изучение литературных источников; полевые работы; мониторинг.

Солигорский горно-промышленный регион расположен на юге Минской области в пределах Солигорского, Слуцкого и Любанского районов.

Этот регион относится к числу территорий Беларуси, где воздействие человека на земную поверхность является максимальным. Старобинское месторождение интенсивно эксплуатируется, поэтому здесь наблюдаются негативные процессы и явления. В данном регионе фиксируются сейсмические явления как природного, так и техногенного характера. В результате выработки калийных горизонтов в недрах происходит перераспределение тектонических напряжений, что вызывает формирование трещин в толщах горных пород, возникновению техногенных землетрясений.

Землетрясения техногенного характера, возможно, приурочены к воздействию шламохранилищ, солеотвалов и Солигорского водохранилища.

Например, доказательством сейсмических событий в районе Солигорского ГПР является серия из трех землетрясений, которые произошли в январе 2018 года. Их эпицентры были на глубине от 17 до 25 км. На поверхности жители близлежащих деревень и г. Солигорска ничего не ощутили.

Сейсмологические исследования в Солигорском ГПР начались с момента разработки Старобинского месторождения. Было установлено, что сейсмически активными являются Краснослободский и Березовский участки, при этом наиболее опасным является Краснослободский.

До недавнего времени в регионе непрерывные круглосуточные наблюдения за землетрясениями вела сейсмическая станция «Солигорск».

Сейсмоприемники находились в шахте Второго рудоуправления. Но было установлено, что вклад этой сейсмостанции в работу мониторинговой системы Краснослободского разлома не может обеспечить стабильной работы и точной привязки ко времени. Поэтому было принято решение создать современную мониторинговую систему наблюдений с целью безопасного ведения горных работ. В результате была развернута поверхностная сейсмическая сеть из 4-х пунктов наблюдения, которые образуют конфигурацию близкую к треугольнику. Местоположение станций выбиралось исходя из нескольких предпосылок – обеспечение сохранности оборудования; станции должны быть установлены только на поверхности, для получения точного времени со спутников GPS. Исследования выполнены автором с сотрудниками ОАО «Белгорхимпром», которые проводят мониторинг землетрясений в Солигорском ГПР. В марте 2021 г. мы приняли участие в мониторинговой работе режимной сети наблюдений за сейсмической активностью в районе Краснослободского разлома.

Сейсмостанции разработаны Уральским отделением Российской академии наук специально для ОАО «Беларуськалий». Для анализа были предоставлены показания сейсмостанций за 2011–2020 гг. Все зарегистрированные события можно разделить на сейсмические волны от удаленных землетрясений, региональные события, локальные события, взрывы. В результате анализа можно установлено увеличение количества событий в последние годы: удаленных – в 3,3 раза, региональных – в 13 раз, локальных – в 54 раза, взрывы – 28 раз. Практически все зарегистрированные локальные события происходят в пределах трех сейсмоактивных зон. Все они относятся к Краснослободскому разлому.

Анализ работы сейсмостанций показал, что в настоящее время отсутствуют природные события в пределах разломной зоны, что не подтверждает современную активность Краснослободского разлома.

Таким образом, выполненные исследования позволили определить основные геоэкологические проблемы Солигорского ГПР. Совместный анализ данных, полученных в ходе всех этапов наблюдений, позволяет сделать вывод, что источники данных сейсмических сигналов находятся на территории шахтных полей ОАО «Беларуськалий» и имеют техногенное или природно-техногенное происхождение.

УДК 658.5

РОЛЬ BIM-МЕНЕДЖЕРА В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Коваленя Н. В., Ходяков В. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: xva609@gmail.com, nikitakovalenya@mail.ru

Summary. The rate of progress in information modelling in the Republic of Belarus is not being achieved at the desired level. The concept of a BIM manager's

role during the construction phase of a large project in building and construction is described in this paper.

ВІМ-менеджер отвечает за процесс моделирования в рамках создания ВІМ-проекта и на уровне организации в целом. Основными его обязанностями являются понимание концепции ВІМ-проектирования в теории и на практике, организация рабочего процесса в проекте (рис. 1), обучение сотрудников, знание и создание ВІМ-стандартов, библиотек семейств, иметь профильное строительное образование и знать все стадии строительства [1].

Основной перечень используемого программного обеспечения для ВІМ-проектирования приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Основные ВІМ-программы

Разработчик	ПО	Концепция	Планирование	Разработка	Анализ	Код
Autodesk	Advance Steel					5
	BIM 360					7, 8
	CIVIL 3D					1, 6
	Navisworks					7, 8
	REVIT					2...6
BENTLEY	Microstation					1...6
TRIMBLE	Tekla Structures					4, 5
Nametschek Group	ALLPLAN engineering					4
RENGA SOFTWARE	architecture					3

Расшифровка кодов указанных в таблице: 1 – инфраструктура; 2 – технология; 3 – архитектура; 4 – конструкции железобетонные; 5 – конструкции металлические; 6 – инженерные коммуникации; 7 – координация; 8 – строительство.

Востребованность и высокая заработная плата ВІМ менеджера обусловлены все большим распространением ВІМ (мировые лидеры Великобритания, США и Сингапур). Специалистов мало, ВІМ используют проектные, строительные и эксплуатационные компании. Как показывает практика сегодня ВІМ не прихоть, а необходимость, обусловленная конкуренцией между проектными организациями [2; 3].



Рисунок 1 – Основные функции координатора, менеджера и разработчика модели (инженер, архитектор)

Для того, чтобы стать ВІМ-менеджером необходимо на высоком уровне владеть программным обеспечением, например Autodesk Revit и разбираться в процессах, уметь программировать на базовом уровне, иметь опыт в области проектирования, уметь объяснять сложные вещи простым языком.

Список используемых источников

1. Роли и задачи ВІМ-координатора, ВІМ-менеджера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosec0.net/about/articles/bim-manager-bim-coordinator>. – Дата обращения: 31.10.2023.
2. ВІМ-менеджер. Кто это и чем занимается в компании? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bimlib.pro/articles/bim-menedzher-kto-eto-i-chem-zanimaetsya-v-kompanii>. – Дата обращения: 26.10.2023.
3. За что bim-менеджер получает 100 тысяч и как им стать. Личный опыт? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/506454/>. – Дата обращения: 26.10.2023.

УДК 621.825

АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УПРУГИХ ЛЕПЕСТКОВЫХ МУФТ

Коршун К. С., Жовнерик А. Н., Басалай Г. А.

Белорусский национальный технический университет
e-mail: irgrig@tut.by

Summary. An analysis of the operational properties of elastic bush-pin couplings is presented. Methods for studying the stress-strain state of elements of elastic

leaf couplings are presented. Algorithms have been developed to perform verification and design calculations of elastic leaf couplings.

При проектировании приводов горнотранспортного и горно-перерабатывающего оборудования широко используются упругие втулочно-пальцевые муфты (МУВП) [1]. Упругими элементами в конструкциях муфт типа МУВП являются резиновые втулки – сплошные или составленные из колец трапецеидального сечения. Однако муфты МУВП обладают незначительными компенсационными свойствами. Они допускают лишь небольшие значения по угловому перекоосу и радиальному смещению осей валов в пределах зазора между резиновыми втулками и отверстиями в полумуфте. В этих случаях нагрузка распределяется между пальцами неравномерно, что приводит к усиленному износу втулок, а также возникают добавочные радиальные нагрузки на валах.

Анализ конструктивных схем и режимов эксплуатации электро-механических приводов горного оборудования [2] с использованием в них муфт с упругими элементами, а также вышеуказанные недостатки муфт типа МУВП послужили основанием для изучения возможности замены их на упругие лепестковые муфты.

Основным параметром при выборе муфт является передаваемый вращающий момент. На основании величины номинального момента и условий работы муфты (привода) устанавливается расчетный момент. Для нормализованных муфт их параметры и размеры выбираются из каталогов или справочников [1], а расчеты выполняют для проверки прочности основных звеньев. Вместе с тем, условия работы приводов иногда требуют проведения дополнительных расчетов, связанных с температурным режимом работы муфты и ее долговечностью, особенно при расчете муфт с резиновыми и резинокордными упругими элементами, деформации которых значительны и работа которых сопровождается значительной диссипацией энергии в виде теплоты, что является причиной снижения физико-механических характеристик упругого элемента и его разрушения.

Основой всех расчетов является определение напряженно-деформированного состояния упругих элементов в опасных сечениях и его изменений во времени. Однако в связи со сложной геометрией, особыми свойствами материала элемента (большие деформации и перемещения, слоистость, анизотропия) расчетную модель построить сложно. Поэтому чаще всего проводят эксперименты по определению интегральных параметров упругих муфт (жесткости, податливости, степени нелинейности) и по их результатам определяют остальные параметры.

Анализ информации из научно-технической литературы по муфтам различных конструкций показал, что до настоящего времени не разработаны, поэтому цель выполненной работы состояла в разработке методики расчета упругих лепестковых муфт.

Исходя из конструкции, условий работы и способа передачи вращающего момента для расчета упругой лепестковой муфты требуется обосновать шпоночные соединения полумуфт с валами, размеры полумуфт, количество и размеры лепестков, болтовые соединения и прижимные пластины.

Размеры фланцев должны удовлетворить как условиям прочности, так и обеспечивать надежную передачу вращающего момента за счет сил трения между лепестками и фланцем. В лепестковых муфтах необходимо рассматривать равновесие по контактной площадке каждого лепестка.

Для определения опасных сечений при расчете лепестка на прочность нет необходимости находить распределение деформаций и напряжений по всем лепесткам. Очевидно, что эти сечения совпадают с границей его заземления на фланцах полумуфт. Это обусловлено тем, что в этих сечениях действуют максимальные напряжения, вызванные передаваемым вращающим моментом, центробежными силами, начальной деформацией лепестка и смещениями осей соединяемых валов.

Выполненные расчеты и теоретические исследования типоразмерного ряда лепестковых упругих муфт ОАО «Беларуськалий», а также результаты экспериментов по определению предельных нагрузочных режимов основных элементов показали, что они обладают достаточно высокими запасами по всем основным эксплуатационным параметрам и рекомендуется к применению в приводах горнотранспортного и горно-перерабатывающего оборудования.

В работе получены зависимости для определения напряжений в опасных сечениях упругих элементов муфты. На основании этих зависимостей сформированы алгоритмы для выполнения проверочных и проектных расчетов муфт.

Список использованной литературы

1. Поляков, В. С. Справочник по муфтам / Под ред. В. С. Полякова. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд., 1979. – 344 с.

2. Казаченко, Г. В. Горные машины. В 2 ч. Ч. 2. Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / Г. В. Казаченко, В. Я. Прушак, Г. А. Басалай: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 228 с.

УДК 608.1

НОВАТОРСКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ Я. О. НАРКЕВИЧА-ИОДКО

Перхурович М. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: perhur_maria@mail.ru

Summary. The article describes the main inventions of the Belarusian scientist Narkievich-Iodko. The conclusions about the innovative character of his discoveries and practical significance of the scientist's inventions are considered in the article.

Вклад белорусского ученого Наркевича-Иодко (1847–1905 гг.) в естественные науки очень велик. Ученый изучал такие сферы как метеорология, электрография. Основная научная деятельность Наркевича-Иодко проходила непосредственно в его имении Наднеман. Там он организовал работу метеорологической станции, электрографической, химической, электробиологической и даже астрологической лабораторий [1].

В 1889 г. на съезде Метеокомиссии Наркевич Иодко выдвинул способ измерения скорости движения облаков с помощью его прибора на основе камеры обскуры. Еще одним его изобретением стал лизиметр, предназначением которого является измерение влажности почвы. Его конструкция была положительно оценена метеорологами России.

Позже ученого очень заинтересовало атмосферное электричество. Он изучал его природу. В результате, чтобы защитить свои крестьянские поселения и угодья, Наркевич-Иодко изобрел градоотвод и установил градоотводы по территории своих земель. После установки градоотводов число попадания молний на защищенной территории сильно сократилось. Таким образом, сельскохозяйственные угодья Якова Оттовича были защищены от попадания гроз и молний. Сам факт ударов молний в землю ученый объяснял совокупностью определенного атмосферного давления, влажностью воздуха, рельефом местности. Методику работы своих громоотводов Яков Оттонович описывал так: «Молния – это непосредственный результат разряда электричества. Если уменьшим причину, ликвидируем последствие, если уменьшим количество атмосферного электричества – уменьшим опасность результатов грозы, молнии, града. Мои градоотводы являются аккумуляторами, отводящими накопленное электричество в землю» [2]

В ходе изучения громоотводов и влияния, которое оказывает электрический ток на почву, Наркевич-Иодко подошел вплотную еще к одному открытию. Он доказал, что «электричество, будучи примененным к растениям, оказывает на них несомненное влияние, в большинстве случаев благоприятное... Электричество может играть большую роль в культуре ваших растений» [3]. Овощи, выращенные с применением методов электрокультуры, удивляли крестьян своими размерами. Редиска, через которую регулярно с момента посадки пропускали электрический ток, превышала размер обычной в три раза. Как позже выяснилось, пропускание тока через почву не только повышает качество растений, но и ускоряет их рост. Это происходит потому, что электрический ток сокращает вегетативный период, способствует ускорению химических процессов в почве.

В 1890 г. в поместье Наднеман за пять лет до опытов Александра Попова, заработало первое в мире приемопередающее устройство – прототип всех систем радиосвязи, существующих в настоящее время. Его создал белорусский ученый Якуб Оттонович Наркевич-Иодко. Официальная демонстрация изобретения датирована 12 февраля 1891 г.

Свидетелями первого в истории человечества публичного сеанса беспроводной связи были члены Русского физико-химического общества при Императорском Санкт-Петербургском университете.

Современные ученые классифицируют радиоприемник Наркевича-Иодко как детекторный приемник. Таким приемникам характерно лишь улавливание сигналов радиостанций и преобразование их в звуковые сигналы. Надо сказать, что Наркевич-Иодко не знал, как именно можно использовать его открытие, и что оно в себе таит такой огромный потенциал. Однако можно смело сказать, что белорусский ученый стоял у истоков создания радио.

Таким образом, Якуб Оттонович Наркевич-Иодко не только совершил ряд новаторских открытий, значительно опережая свое время, он так же внедрял изобретения на своих землях, тем самым доказывая их практическую значимость.

Список использованной литературы

1. Баландзін, К. І. Вучэбна-метадычны дапаможнік па курсу «Гісторыя культуры Беларусі» / К. І. Баландзін. – Мінск, 1996. – С. 21.
2. Наркевич-Иодко Я. О. О теории града и градоотвода / Я. О. Наркевич-Иодко // Минский Листок. – № 86. – 25 октября 1891 г.; № 87. – 29 октября 1891 г.
3. Киселев, В. Н. Парадоксы «электрического человека» жизнь и деятельность белорусского ученого Якова Оттовича Наркевича-Иодко / В. Н. Киселев. – Минск, 2007. – С. 315.

УДК 624.04

О ДОСТОВЕРНОСТИ СТАНДАРТНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ «ЗОЛОТОГО» АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЯ IRI

Ходяков В. А.

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

Summary. The frequency of their own oscillations of sprung and unsprung masses was compared using the generally recognized values of the “golden” car parameters and data obtained through experiment with ground-based laser scanning.

Сегодня существует общепризнанная модель «золотого» автомобиля, при помощи которой происходит оценка ровности автомобильных дорог по международному параметру IRI. Стандартная модель включает в себя (рис. 1, а) два груза M_u – подрессоренная масса автомобиля и M_s – неподдресоренная масса автомобиля, две пружины C_s – рессора автомобиля и C_t – пневматическое колесо автомобиля, Вязкое трение B – демпфер подвески автомобиля.

Исходя из принципа международной воспроизводимости результатов оценки ровности данная модель имеет следующие численные значения

отношения параметров [1]: $M_u/M_s = 0,15$; $C_t/M_s = 653 \text{ 1/с}^2$; $C_s/M_s = 63,3 \text{ 1/с}^2$; $B/M_s = 6 \text{ 1/с}$. Скорость движения автомобиля при этом составляет 80 км/ч или 22,2 м/с.

Интерес представляет проверка достоверности этих численных значений, которую можно выполнить при анализе продольного профиля сильно изношенного дорожного покрытия в зоне устройства мостового сооружения, полученного в результате наземного лазерного сканирования [2]. На продольном профиле прослеживаются неровности с периодом 2,2 м на второй полосе движения и 15 м – на первой. Приняв скорость движения автомобиля 90 км/ч или 25 м/с для второй полосы движения и 70 км/ч или 19,4 м/с – для первой, можно вычислить (1) частоты колебаний периодических сил, которые вызвали эти неровности.

$$v = \frac{v}{l}, \quad (1)$$

где: v – скорость движения автомобиля, м/с;

l – длина периодической неровности, м.

Таким образом, получим частоты 11,36 Гц и 1,29 Гц соответственно.

Для того чтобы вычислить частоту собственных колебаний поддрессоренной массы «золотого» автомобиля примем упрощенную модель с двумя последовательно соединенными пружинами (рис. 1, б). Для вычисления частоты колебания неподдрессоренной массы – модель с двумя параллельно соединенными пружинами (рис. 1, в).

Вычислим (2) частоту собственных колебаний согласно первой упрощенной модели:

$$v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{M_s}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{1}{\frac{1}{C_s} + \frac{1}{C_t}}\right) / M_s} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{\frac{M_s}{63,3 \cdot M_s} + \frac{M_s}{653 \cdot M_s}}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{63,3} + \frac{1}{653}}} = 1,21 \text{ Гц}. \quad (2)$$

Вычислим (3) частоту собственных колебаний согласно второй упрощенной модели:

$$v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{M_u}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_s + C_t}{M_u}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{63,3 \cdot M_s + 653 \cdot M_s}{0,15 \cdot M_s}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{63,3 + 653}{0,15}} = 11,00 \text{ Гц}, \quad (3)$$

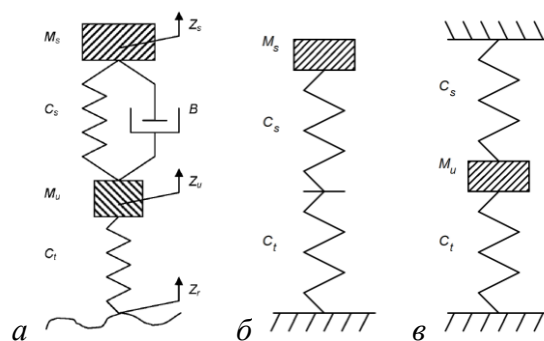


Рисунок 1 – Модели автомобиля: *a* – стандартная модель для расчета IRI; *б* – упрощенная для расчета собственной частоты колебания поддрессоренной массы; *в* – упрощенная для расчета собственной частоты колебания неподдрессоренной массы

В результате получаем частоту собственных колебаний поддрессоренной массы 1,29 Гц согласно результатам неземного лазерного сканирования и 1,21 Гц согласно стандартной модели для расчета IRI. Частоту собственных колебаний неподдрессоренной массы 11,36 Гц согласно результатам неземного лазерного сканирования и 11,00 Гц согласно стандартной модели для расчета IRI.

Учитывая небольшой процент расхождения, можно говорить о высокой достоверности численных значений отношений параметров, принимаемых для вычисления параметра IRI, по крайней мере о достоверности первых трех значений.

Если сделать поправку на то, что автомобили часто движутся со скоростью несколько ниже предельно разрешенной, т. к. спидометр автомобиля как правило несколько занижает значение скорости, то расхождения между сравниваемыми частотами станут еще меньше.

По сути, представленные выше результаты подтверждают, что параметры «золотого» автомобиля действительно отражают характеристики некоего «усредненного» автомобиля с учетом наших региональных особенностей. Кроме того, это подтверждает гипотезу о том, что неровности в виде деформационных швов вызывают деформацию асфальтобетонного покрытия от собственных колебаний поддрессоренных и неподдрессоренных масс автомобилей с определенным периодом по траектории движения за неровностью.

Список используемых источников

1. Дороги автомобильные общего пользования. Покрытия дорожные. Методы измерения ровности : ГОСТ 33101–2014. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 18 с.
2. Ходяков, В. А. Комплексная методика оценки деформаций асфальтобетонного покрытия на мостовых сооружениях с использованием метода наземного лазерного сканирования / В. А. Ходяков // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова (посвященная 170-летию со дня рождения В. Г. Шухова), Белгород, 16–17 мая 2023 г. / Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. – Белгород, 2023. – С. 359–362.

УДК 544.653.2

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ
МИКРОТВЕРДОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОРИСТЫХ
АЛЮМООКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ОТ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ
РЕЖИМОВ АНОДИРОВАНИЯ**

Шиманович Д. Л.

*Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники
e-mail: ShDL@tut.by*

Summary. The effect of electrochemical and temperature regimes under potentiostatic and galvanostatic anodizing conditions in oxalic and sulfuric acids solutions on the microhardness and mechanical wear resistance characteristics of functional thick-layer alumina coatings with a thickness of ~10–50 μm has been studied. An improvement in the microhardness and wear resistance of Al_2O_3 with a decrease in current density, voltage, and electrolytes temperature has been shown. A comparative analysis of the structural and morphological parameters influence of porous Al_2O_3 formed on aluminum alloy AMG-2M and Al (99.95 %) plates on the microhardness and resistance to abrasive wear parameters has been carried out. Improved values of microhardness (~5.5 GPa) and wear resistance (~0.73 $\mu\text{m}/\text{h}$) of Al_2O_3 layers grown using optimized technological methods have been obtained.

Анализ литературных данных и предварительные исследования [1] свидетельствуют о существенном влиянии условий электрохимического анодирования и структурно-морфологических параметров анодного Al_2O_3 на функциональные характеристики и качество формируемых покрытий.

В качестве исходного материала для экспериментальных исследований использовались пластины размером 48×60 мм из Al (99,95 %) и алюминиевого сплава АМГ-2М толщиной ~2 мм с анодными Al_2O_3 -покрытиями различной толщины (~10–50 мкм), сформированными при различных технологических режимах.

Электрохимическое анодирование Al-пластин проводилось в 3; 5; 7 %-ных водных растворах щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) и в 15; 20 %-ных водных растворах серной кислоты (H_2SO_4) в гальваностатических режимах при постоянных плотностях тока j ~15; 20; 25; 30 mA/cm^2 и в потенциостатических режимах при постоянных напряжениях формовки U ~50; 60; 70 В (для $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) и при U ~15; 20 В (для H_2SO_4) соответственно.

Было показано, что наблюдается тенденция к ухудшению микротвердости и износостойкости Al_2O_3 на сплаве АМГ-2М с увеличением плотности тока, напряжения формовки и температуры электролитов. Так, например, увеличение плотности тока от ~15 до ~30 mA/cm^2 при анодировании в 7 %-ном растворе $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ и в 20 %-ном растворе H_2SO_4 при одинаковой температуре T ~15–16 °С приводит к снижению микротвердости

Al_2O_3 (толщиной ~ 20 мкм) соответственно от $\sim 4,15$ до $\sim 3,5$ ГПа и от $\sim 3,6$ до $\sim 3,0$ ГПа и к ухудшению износостойкости соответственно от $\sim 0,82$ до $\sim 0,92$ мкм/ч и от $\sim 0,91$ до $\sim 0,98$ мкм/ч. А, например, повышение температуры 5 %-ого раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ от ~ 15 – 16 °С до ~ 22 – 23 °С при плотности тока ~ 20 мА/см² приводит к снижению микротвердости Al_2O_3 (толщиной ~ 20 мкм) от $\sim 4,5$ до $\sim 3,2$ ГПа и падению износостойкости от $\sim 0,78$ до $\sim 0,95$ мкм/ч.

Было установлено, что с увеличением диаметра пор и пористости Al_2O_3 , выращенного при различных электрохимических режимах анодирования на сплаве АМГ-2М и на Аl (99,95 %), наблюдается снижение параметров микротвердости и износостойкости в рамках применения одного типа электролитов. Однако сравнительный анализ Al_2O_3 -покрытий, сформированных в растворах 3–7 %-ной $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ и 15–20 %-ной H_2SO_4 , показал, что в растворах $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ показатели микротвердости и износостойкости больше за счет меньшей пористости, чем в растворах H_2SO_4 , хотя диаметр пор в последнем случае меньше. В электролитах на основе серной кислоты наблюдается усиление электропроводности и их травящей способности с повышением количества пор по объему и пористости. Было замечено, что значения микротвердости и износостойкости Al_2O_3 для сплава АМГ-2М выше, чем для Аl (99,95 %).

Было выявлено, что ход кривых изменения микротвердости и скорости абразивного износа Al_2O_3 -покрытий (на сплаве АМГ-2М) в зависимости от их толщины имеет два участка: при увеличении толщины от ~ 10 до ~ 20 мкм микротвердость и износостойкость повышаются, а при увеличении толщины от ~ 20 до ~ 50 мкм – уменьшаются, поскольку сказывается увеличение пористости покрытий за счет химического травления при длительном анодировании. Максимальные значения микротвердости ($\sim 5,5$ ГПа) и лучшие параметры износостойкости ($\sim 0,73$ мкм/ч) характерны для Al_2O_3 толщиной ~ 20 мкм, выращенного на алюминиевом сплаве АМГ-2М в 3 %-ном растворе $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ при $U = 50$ В или $j = 15$ мА/см² при $T = 15$ – 16 °С.

Таким образом, было показано, что наблюдается тенденция к повышению микротвердости и механической износостойкости алюмооксидных покрытий с уменьшением плотности тока, напряжения формовки, температуры электролитов анодирования, с уменьшением диаметра пор и пористости Al_2O_3 , выращенного при различных электрохимических режимах анодирования.

Список использованной литературы

1. Шиманович Д. Л., Яковцева В. А. Электрохимическая алюмооксидная технология для приборов силовой электроники // Доклады БГУИР. – 2019. – № 3 (121). – С. 5–11.

**CROSS-CULTURAL COMMUNICATION BETWEEN CHINA AND
BELARUS**

Chen Yang

Belarusian State University

e-mail: 656064685@qq.com

Summary. *As all-weather comprehensive strategic partners, China and Belarus will have more and closer exchanges and cooperation in the future. This paper will analyze the current situation of cross-cultural exchanges between China and Belarus from two aspects of cultural commonality and cultural collision, and also analyze the prospects of cultural exchanges between China and Belarus.*

Due to history, geography and other reasons, China and Belarus have had a lot of exchanges, some of which are cultural commonalities, and some are cultural collisions between the two countries. As all-weather comprehensive strategic partners, China and Belarus need to further strengthen the ties in all aspects now and in the future, and cultural ties are a crucial part of it. This paper will explain the current situation of cultural exchanges between China and Belarus from the aspects of cultural commonality and cultural collision, and finally analyze the prospects of cultural exchanges between the two countries.

1. Cultural commonalities in cross-cultural communication between China and Belarus.

Historically, China and Belarus have had cultural exchanges, such as Zheng He's voyages to the Western Seas. These exchanges make the two peoples not unfamiliar with each other's culture. In the traditional folk customs of Belarus, we can also find many Oriental elements similar to the Chinese tradition, such as silk and satin products, ceramic products and so on. From the perspective of social values, China and Belarus are similar in the aspects of national self-reliance. From the perspective of education, the modern education system has been widely recognized in the education market of China and Belarus. From the perspective of entertainment culture, Belarus has a sound music education system and complete facilities, and musical exchanges between Belarus and China have developed rapidly [1]. These are the cultural commonalities in the cross-cultural communication between China and Belarus.

2. Cultural collision between China and Belarus in cross-cultural communication.

Of course, the two countries are thousands of miles apart, and the history and development are completely different, so there will naturally be many cultural collisions in cross-cultural communication. The first is the language barrier. Russian, as the main language tool of Russian national communication, is produced and developed by the Russian people due to the needs of life in a specific environment. Russian is an important cultural carrier and cultural form of the Russian people [2] Of course, the same is true for Chinese, and neither Chinese

nor Russian is a language that can be easily mastered by people from other countries. Under such double barriers, it is still difficult for China and Belarus to carry out cultural exchanges.

The second point is the food culture. Due to the reason of location and climate, China and Belarus have great differences in food culture. For example, the Chinese like to drink hot water or tea, while the Belarusians tend to drink mineral water, sparkling water or coffee. Besides, there are great differences between China and Belarus in entertainment culture. For example, only a small number of young people in China like party culture, while many people in Belarus like party culture.

3. Prospects of intercultural communication between China and Belarus.

Cultural exchange and collision will help accelerate the process of globalization. In the Internet era, now the whole world is using social apps, such as TikTok, which is very helpful for cultural exchanges between China and Belarus; in the era of we-media network, many Chinese and Belarusian Internet celebrities can express their views on social platforms and communicate with each other, helping them better understand each other's cultures. The development of transportation will also make it more convenient for students of the two countries to exchange and study in each other's country. Now and in the future, the number of overseas students will continue to increase, and there will be more and more cross-cultural communication between young people of the two countries, and I believe that the ties between the two countries will become tighter and tighter. Belarus is located at the junction of the two integration organizations of the Eurasian Economic Union and the European Union, and is an important node of the Silk Road Economic Belt initiative. [3] In this era of globalization, we hope that the two countries can strengthen cooperation not only in culture, but also in other aspects such as economy and make common progress!

References

1. Feng Lei. Comparison and Reflection on Vocal Music Teaching in China and Belarus[J]. Beauty and Times,2013,02(04):25-29.
2. Wang Xiqian. Research on the Development of Russian Language and Culture and Cross-cultural Communication[J]. People's Yangtze River,2023,11(03):0009.
3. Trade cooperation between China and Belarus on the Silk Road Economic Belt[J]. Northern Economy and Trade,2022,22(07):22-26.

УДК 631.3

COMPARATIVE SIMULATION ANALYSIS BASED ON EDEM-RECURDYN COUPLING

Liu Zhixin, Ma Shikuan, Shang Shuqi, He Xiaoning

College of Electromechanical Engineering, Qingdao Agricultural University

e-mail: lzxyffs1997@163.com

Summary. *In order to verify the effectiveness of the three-stage potato soil separation device, a comparative simulation should be carried out using the*

EDEM-Recurdyn simulation method. The results showed that the design of the three-stage potato soil separation unit could reduce damage to potato tubers.

The common potato harvester lifting chain has a large damage to the tuber, for this problem this paper designs a three-stage potato soil separation device[1]. First of all in SolidWorks for potato soil separation device lifting chain rod design and modelling (fig. 1, 2) shown. Harvesting speed is 1 m/s, lifting chain speed is 1.2 m/s, shaking wheel frequency is 7 HZ, amplitude 32 mm.

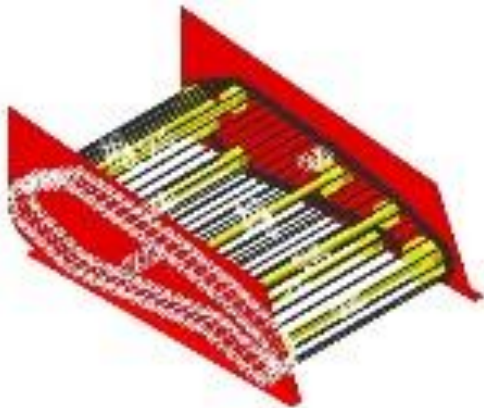


Figure 1 – Control group



Figure 2 – Three-stage potato soil separation unit

Numerical analysis shows that the normal force is the main force experienced by the potato during mechanized harvesting. Simulation analysis reveals that the average normal force per step in the control group is 1.612 N, while the optimisation group measures 1.138 N, resulting in a significant 29.40 % reduction in normal force for the potato. This demonstrates that the design of the lifting chain allows for fast and efficient sieving while protecting the potato from soil damage, reducing overall damage (fig. 3, 4).

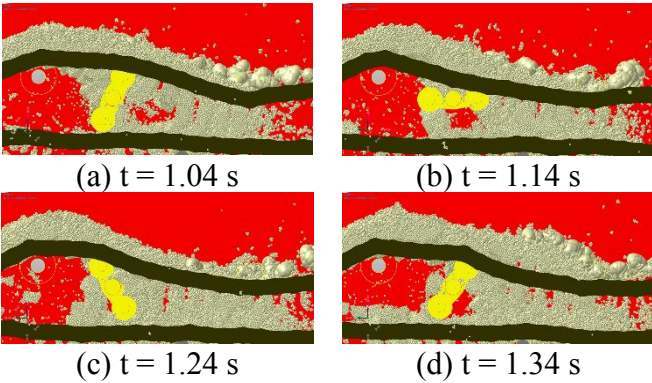


Figure – 3 Coupled simulation process

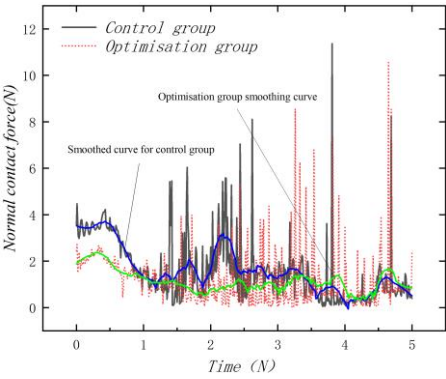


Figure – 4 Potato normal contact force graph

Simulation tests showed that the design of a three-stage potato soil separation device was effective in reducing damage to potato tubers. Numerical values indicate that the normal contact force can be reduced by 29.4 %.

References

1. Wang S H.[et al].Current situation and development trend of potato harvester //Forestry machinery and woodworking equipment. – 2023. – Vol.51. – P. 12–16.

УДК 631.3

DEVELOPMENT STATUS OF POTATO HARVESTER IN CHINA

Liu Zhixin, Ma Shikuan, Shang Shuqi, Hou Yaxiu, He Xiaoning
College of Electromechanical Engineering, Qingdao Agricultural University
e-mail: lzxyffs1997@163.com

Summary. *A late start has slowed the development of potato harvesters in China. Although research and development by companies such as MENOW and Hongzhu have raised the level of equipment in this field, problems remain.*

The delayed start of the potato harvesting machine in China has also led to a delay in the development of the potato harvesting handover lifting and conveying device. Several domestic institutions and enterprises are currently researching and enhancing this device. For example, Lin Jinxiang from Chiayi Agricultural Experiment and Analysis Institute in Taiwan Province of China developed the first potato harvester with a complete conveying and lifting mechanism, incorporating multiple conveyor chains. MENOW focuses on potato harvesting machinery research, particularly highlighting the 1710 B potato harvester's significant innovation in the secondary lifting and conveying device. To minimize potato damage during conveying, they reduced the slope of the first level of the potato and soil separation conveying mechanism and used lateral conveying to transport separated potatoes to the secondary lifting device. Qingdao Hongzhu Agricultural Machinery Co., Ltd. independently developed the 4U-170LH potato combine harvester, primarily comprising a frame, depth limiting wheel, potato soil separating device, soil removing device, conveying device, non-equal spacing potato collecting device, and hydraulic system. The harvester employs a two-stage conveying mechanism and utilizes a contracting conveying arm at the conveying end, positioning itself at the forefront of the conveying and lifting device field in China.



Figure 1 – CIMC MENOW 1600B potato harvester



Figure 2 – Hongzhu 4U-90LH potato combine harvester

At present, the pace of R&D and innovation of domestic potato harvester is accelerating, with an increasing number of models and constantly optimized equipment. However, the following problems remain:

1. Research on the potato conveying and lifting device needs deeper exploration of the mechanical-potato interaction and soil sieving mechanism.
2. Issues include incomplete handover, dropping during lifting, and suboptimal speed and angle.
3. The harvester's device targets low damage, smoother operation, and complete soil separation.
4. Advanced technology transformation for practical application.

YDK:69.003.13

ENGINEERING CONSTRUCTION COST CONTROL BASED ON BIM TECHNOLOGY

*Yuhao Jiang, Holubava Volha
Belarusian National Technical University
e-mail: yuhaoj88@gmail.com*

Summary. *The construction industry is a pillar industry of the national economy, and the scale of the construction industry has expanded rapidly in recent years. However, there is a problem of poor profitability in the construction industry. It was found that the main reason for the poor profitability of the construction industry is the problem of project cost management, and the main expenditure of project costs lies in the construction phase of the project. Therefore, cost management during the construction phase of the project will effectively improve the profitability of the construction industry. level. Using building information model BIM and through the three stages of pre-construction control, in-process control, and post-construction control, we can effectively detect the construction design plan, conduct construction collisions, and simulate the entire construction process. This will shorten the construction period, save project construction costs, optimize the design and construction plan, and improve the efficiency of construction cost management.*

The role of BIM technology in construction cost management: Construction cost management is to use various means such as technology, informatization, and

economy to carry out design, management, and construction combinations to minimize the meaningless waste of resources such as excessive consumption of raw materials such as steel, wood, and concrete . At present, there are loopholes in traditional project cost management, such as: serious construction cost overruns caused by construction delays, hard-to-check errors in paper data records, errors in total cost accounting, waste of construction materials, low efficiency in the use of construction equipment, and even damage compensation. And due to the lag and continuity of this type of traditional project cost management, even if errors are found in subsequent verifications, it is extremely difficult to correct the relevant data in a short period of time, which ultimately leads to errors in project cost accounting and cost control. Increase construction costs.

Using BIM technology to dynamically manage construction, we can conduct 3D modeling, CAD drawing proofreading, collision detection of construction design plans, and construction material list verification for construction projects. We can also plan the division of labor and job responsibilities of personnel, arrange for the arrival of materials, and formulate Construction equipment, construction process, etc. Construction cost management is carried out through three stages: pre-construction control, during-construction control and post-construction control. Ultimately, BIM technology and construction management are combined, and BIM technology is used to assist construction cost management to achieve the purpose of shortening the construction period, saving project construction costs, optimizing the design and construction plan, and improving the efficiency of construction cost management.

Application of BIM technology in construction cost management: Based on the characteristics of the construction industry and BIM technology characteristics, it can be seen that the application of BIM in the construction industry has its necessity and basic conditions. Improve construction deployment and simplify construction management processes through BIM technology. The traditional construction deployment flow chart and the BIM technology construction management process are as follows:

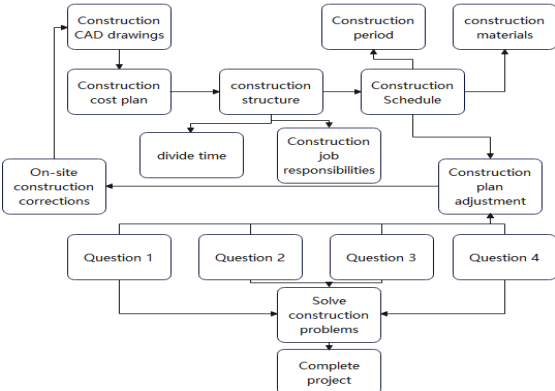


Figure 1 – Traditional construction management flow chart

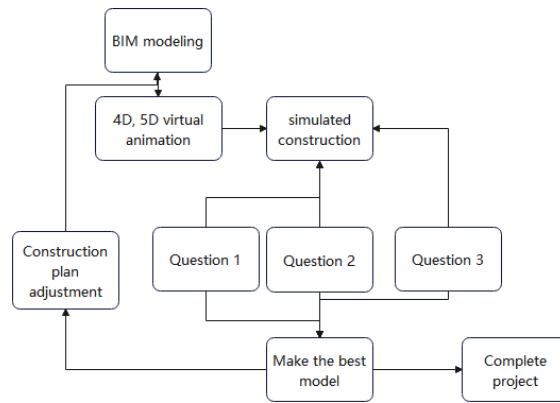


Figure 2 – BIM technology construction management flow chart

BIM technology converts two-dimensional drawings into three-dimensional real-life models using software such as Glodon, REVIT, and 3DMAX, and simulates construction through 4D and 5D virtual animations to detect construction problems, make optimal models, and adjust the original construction plan, and finally construct the 1:1 BIM optimal model, and use it to dynamically manage the construction site. And the BIM central database stores various information related to the project, including construction period, price, contract, change visa and other information, which facilitates information sharing and calling by all parties involved in the project. When the project using the BIM information model is completed, the construction personnel can obtain the project construction cost through the BIM central database, and conduct related work such as auditing the project cost and checking the project cost.

The use of BIM modeling avoids the inability to conduct final project settlement due to problems such as missing paper data and incorrect calculation of project costs. It also reduces traditional completion settlement work such as completion drawings, project visas, and design changes, improving completion efficiency, saving project construction costs. Moreover, the visualization features of BIM technology can assist project engineering quantity calibration, efficiently and accurately calculate construction costs and engineering quantities, ensure the integrity of engineering data while ensuring work efficiency, and pave the way for subsequent project construction cost work.

YDK 338

高熵合金纳米材料制备及微波催化降解性能
冯妍妍 (Feng Yanyan), 姚海莹 (Yao Haiying)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: 3084204770@qq.com

Summary. *Dc arc discharge plasma technology with extremely high evaporation temperature and ultra-fast cooling speed can overcome the mixing enthalpy restriction between immiscible components and obtain highly miscible high-entropy alloy nanomaterials. With the aid of external electromagnetic field, the catalytic degradation mechanism of dyes under the action of external*

electromagnetic wave energy is revealed. It provides the experimental basis and theoretical framework for the development of dye efficient degradation technology.

Organic dyes (such as methyl orange, etc.) are one of the main pollutants in industrial wastewater, which may cause serious harm to human health and ecological environment. In this regard, microwave catalytic degradation (MICD) has become a new wastewater treatment technology with its advantages of simple operation, high pollutant removal rate and environmental friendliness.

Currently, among the materials that can be used to degrade organic dyes by the MICD method, high-entropy alloy nanomaterials are preferred due to their adjustable electromagnetic compatibility and recyclability. In addition, the large specific surface area of nanoparticles can make the degradation reaction efficient and fast. The DC arc discharge plasma device developed by our research group can break through the mixing enthalpy difference limit of immiscible components, and obtain high miscible high entropy alloy nanoparticles and high entropy alloy nanobatteries with core-shell coating structure. Therefore, using the high entropy alloy nanomaterials obtained by the above-mentioned preparation process as the degradation medium, it is expected to develop an efficient organic dye degradation process with the assistance of microwave field.

In this project, the composition design and structure control of high entropy alloy nanomaterials were firstly carried out, and then the organic dye degradation was studied based on external microwave field. The specific research contents are as follows:

- firstly, high entropy alloy nanomaterials containing 5~8 elements were prepared in H₂/Ar or CH₄/Ar mixed atmosphere based on DC arc plasma method. Components include FeCoNiCrCu, FeCoNiMnCu, etc., and carbon-coated alloy materials;

- secondly, a solution with a methyl orange dye concentration of 20 mg/L, high-entropy alloy nanoparticles and carbon-coated alloy nanoparticles with different components and a filler volume of 1 g/L were selected as catalysts for dye adsorption experiments. The quantitative solution was taken out every 10 min, and the solution concentration was measured by UV-visible spectrophotometer to calculate the dye removal rate;

– thirdly, high entropy alloy nanomaterial was selected as catalyst, and the dye degradation test was carried out on the sample solution driven by microwave after equilibrium, and the dye degradation rate under different times of microwave catalysis was calculated. The test results of solution with methyl orange dye concentration of 20 mg/L are shown in fig. 1.

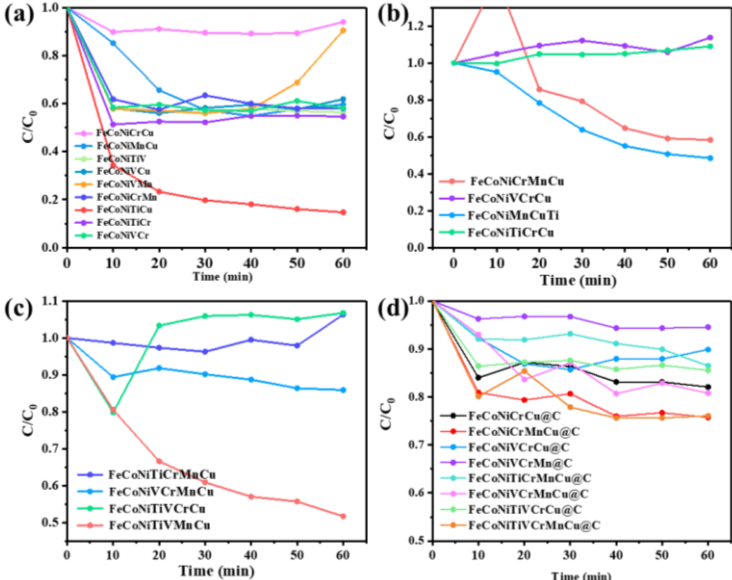


Figure 1 – Dye adsorption removal rates of high-entropy alloy nanoparticles and carbon-coated nanoparticles: *a* – 5-element alloy nanoparticles; *b* – 6-element alloy nanoparticles; *c* – 7–8 element alloy nanoparticles; *d* – Carbon coated alloy nanoparticles

It can be seen from Figure 1(A-C) that the adsorption removal rate of methyl orange dye has no obvious correlation with the number of components of the high-entropy alloy powder, but has a certain correlation with the type of components.

According to the results of adsorption removal experiments, several representative groups of high entropy alloy powders were selected for microwave-driven dye degradation experiments.

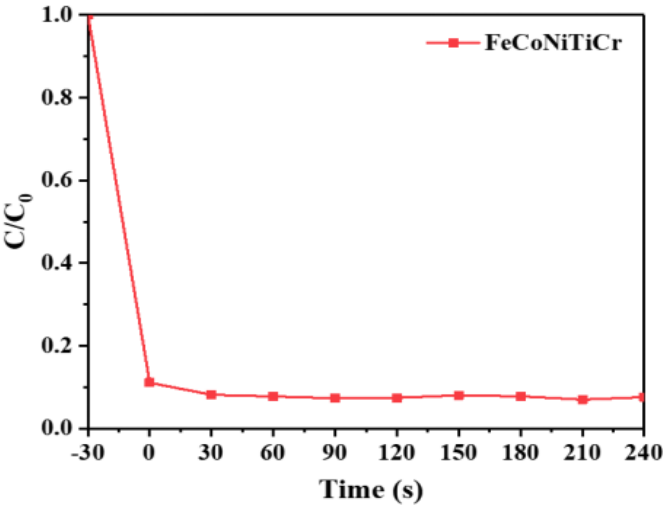


Figure 2 – Microwave catalytic degradation curve of alloy powder

A solution with methyl orange dye concentration of 10 mg/L was selected, and high entropy alloy nanomaterial was used as catalyst for microwave catalytic degradation of dye. As can be seen from fig. 2, when the composition of FeCoNiTiCr alloy powder is 20 g/L filler, the adsorption removal rate is 90 %, and after microwave catalysis, the dye removal rate is about 94 %. Subsequent analysis combined with liquid chromatography showed that the methyl orange dye had been degraded.

YDK 338

磁场下连铸过程模拟及新型磁流体制备研究

王彦强 (Wang Yanqiang)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail: 2050550942@qq.com

***Summary.** This study aims to simulate the flow behavior of molten steel in an electromagnetic field using magnetorheological fluid and investigate the influence of the magnetic field on the flow behavior of molten steel during continuous casting. Magnetorheological fluids exhibit good flowability and magnetic responsiveness, allowing their rheological properties to be controlled by adjusting parameters such as magnetic field strength, concentration, arrangement of magnetic particles, and direction of movement. A new type of highly transparent magnetorheological fluid was developed for this study, and optical observation using traditional water models was employed. Leveraging its transparency and non-toxicity at low temperatures, the study examined the impact of the electromagnetic field on molten steel flow behavior during continuous casting.*

Continuous steel casting, commonly referred to as continuous casting, not only improves production efficiency and product quality but also reduces costs. Furthermore, it enhances energy efficiency and sustainability by increasing steel utilization and reducing fuel consumption, thus contributing to energy savings and emissions reduction goals. Serving as a crucial element in the steelmaking process, continuous casting plays a pivotal role throughout modern steel production.

Nonetheless, several challenges persist, including internal defects in steel billets, particularly the Oxidation slag phenomenon during the initial stage of continuous casting. During the casting process, as molten steel flows from the submerged nozzle, a transition turbulent region is formed between the localized jet and the surrounding stagnant flow, leading to the formation of a hydraulic jump within the crystallizer and causing adverse effects like fluctuations in the liquid level. Therefore, this experiment aimed to investigate the formation of a circular hydraulic jump in the electromagnetic process during unsteady casting.

The research can be divided into three main parts: preparation of a novel transparent magnetorheological fluid suspension to simulate molten steel flow,

conducting simulation experiments using permanent magnet-based magnetic fields, and data collection and analysis.

Improvements in the preparation of magnetorheological fluids, using a dry method, have yielded magnetorheological fluid suspensions with adequate flowability and transparency, making them suitable for large-scale production. The viscosity of the magnetic suspension was measured using an NDJ-1 digital rotational viscometer, resulting in a viscosity of $2.27 \text{ mPa}\cdot\text{s}$. In addition, the surface tension of the solution was determined using the maximum bubble pressure method, and the experimental results yielded a liquid surface tension of $30.693 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$. It was found that the addition of carbon powder particles to the solution was conducive to high-speed camera-based image analysis, facilitating subsequent image processing. Consequently, carbon powder particles were used as tracer particles.

The experiment primarily focused on the influence of unsteady electromagnetic casting on the behavior of circular hydraulic jumps under different conditions of weirs and magnetic fields. A series of individual Halbach array bar magnets were arranged and assembled to create desired patterns, such as triangles, and the magnetic field strength distribution was measured using a tesla meter. Using the new transparent magnetorheological fluid to simulate molten steel flow, changes in the behavior of the circular hydraulic jump with weirs were studied, and particle image velocimetry (PIV) techniques in MATLAB software were used to measure the velocity of the hydraulic jump. Changes in the velocity characteristics and size and shape of the hydraulic jump during the transient casting were analyzed by altering the shape and side length of the weir.

Qualitative conclusions regarding experimental observations include the interaction of two hydraulic jumps when two jets impinge vertically onto a horizontal plate, forming an interaction region between the two hydraulic jumps. The velocity of the hydraulic jump in the jump front region gradually decreases as one moves from the jet center towards the interaction region. When the jet spacing decreases, the velocity from the jet center to the interaction region also decreases. When the jet spacing is less than the radius of the hydraulic jump, the addition of a magnetic field to the interaction region results in changes in the hydraulic jump's profile, widening the interaction region and reducing the hydraulic jump height, causing the hydraulic jump to become the dominant feature. The hydraulic jump typically starts to disappear when it reaches the wall, which is referred to as a circular hydraulic jump.

The magnetic field significantly influences the velocity of the magnetic jet hydraulic jump. Before the weir, the magnetic weir generates a magnetic field in the horizontal direction, attracting magnetic particles in the jet, thereby increasing the average velocity of the jet. In the moment right after contacting the weir, the jet velocity typically decreases with the increase in weir side length, and the velocity shifts from being higher than the average velocity without a magnetic field to being distinctly lower. This phenomenon occurs because the magnetic weir generates a magnetic field in the vertical direction, resulting in the attraction

of magnetic particles in the magnetorheological fluid. When the side length of the weir remains constant, increasing the number of sides in the geometric shape of the weir leads to a gradual reduction in the average velocity of the transient hydraulic jump, indicating a more pronounced weakening effect on the velocity characteristics of the transient hydraulic jump.

The magnetic field also has a significant impact on the height of the magnetic jet hydraulic jump. By analyzing the selection of the highest point of the hydraulic jump, it was found that when a magnetic weir is present, the highest point of the transient hydraulic jump is lower than that of a non-magnetic weir. This phenomenon is also attributed to the magnetic weir generating a magnetic field in the vertical direction, which results in the attraction of magnetic particles, reducing the height of the hydraulic jump. Typically, when the side length of the weir remains constant, increasing the number of sides in the geometric shape of the weir leads to a gradual reduction in the height of the transient hydraulic jump, indicating a more pronounced weakening effect on the height characteristics of the transient hydraulic jump.

The final research findings demonstrate that the magnetic field can exert systematic influence on the form and velocity of hydraulic jumps. By adjusting the magnetic field distribution as needed, it is possible to control the behavior of hydraulic jumps and thereby reduce internal defects in steel billets.

УДК 338

一种基于铁纳米簇的新型可视化葡萄糖传感器

葛菁 (Ge Jing), 张慕琪 (Zhang Muqi), 王馨仪 (Wang Xinyi),

毛文璐 (Mao Wenlu), 芦静怡 (Lu Jingyi)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail: 2943055992@qq.com

Summary. *In this paper, a novel fluorescent sensor for glucose detection based on fluorescent iron clusters (Fe NCs) and glucose oxidase is developed. With the increase of glucose concentration, the red fluorescence of iron nanoclusters decreases gradually, and the glucose content can be detected in the range of 0–100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. In addition, in order to facilitate the detection of glucose, this paper investigated the coating of Fe NCs and glucose oxidase by agarose and further preparation of agarose gel test strip for glucose detection. Under ultraviolet lamp, the change of glucose content can be identified through the color change of agarose gel.*

The application of glucose testing in biomedicine is of great significance. In clinical medicine, diabetes mellitus seriously jeopardizes human health, and its diagnosis and treatment has been a major challenge in the medical community. Diabetes can be effectively monitored and treated by accurate measurement of glucose content in diabetic patients. Currently, enzyme biosensors for measuring glucose content can be categorized into electrochemical enzyme biosensors,

photochemical enzyme biosensors, and other biosensors. Among them, photochemical enzyme biosensors have received widespread attention in recent years due to their advantages of high detection sensitivity, good selectivity, simple operation, fast response speed, and no need for complex pre-processing. Herein, we proposed a novel assay system containing Fe NCs and glucose oxidase, and made agarose gel detection strips for the visual fluorescent detection of glucose.

The Fe NCs prepared with hemin as main raw material not only had good water solubility and bright red fluorescence, but also showed super-sensitive response to hydrogen peroxide (H_2O_2). This paper showed that we added Fe NCs as catalyst into the reaction system composed of o-phenylenediamine (OPD) and H_2O_2 . H_2O_2 can be converted into hydroxyl radical ($\cdot\text{OH}$), $\cdot\text{OH}$ can quickly quench the red fluorescence of Fe NCs at 616 nm. OPD will be quickly oxidated by OH to generate its oxidized product OPDox that exhibits bright yellow fluorescence around 565 nm. As shown in fig. 1, *a*, we investigated the effect of various concentrations of Fe NCs on the fluorescence of OPD- H_2O_2 system. It could be found that with the increase of Fe NCs concentrations, the fluorescence emission peak around 565 nm attributed to OPDox enhanced gradually. Similarly, fig. 1, *b*, presented the fluorescence emission spectra of Fe NCs- H_2O_2 system in the presence of various OPD concentrations, with the increase of OPD concentrations, the fluorescence emission peak around 565 nm attributed to OPDox enhanced accordingly.

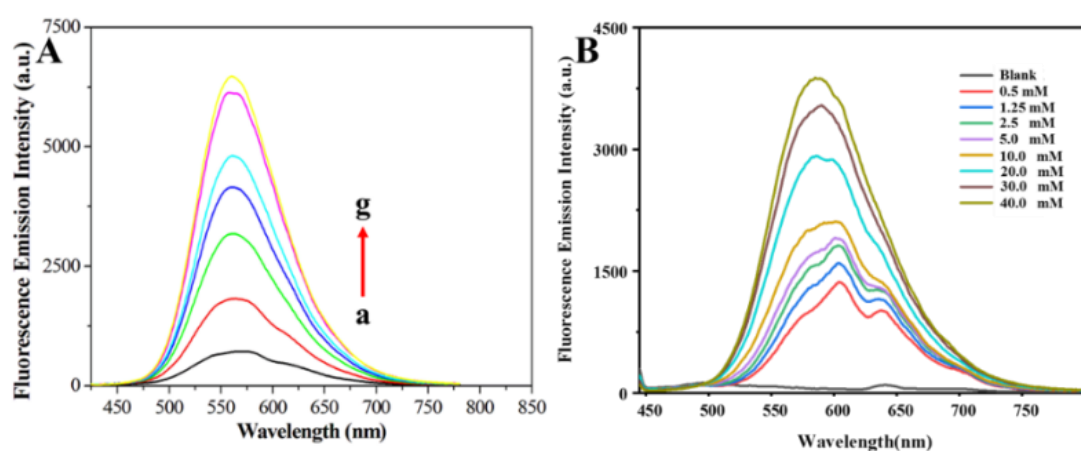


Figure 1 – Fluorescence emission

The fluorescent changes of Fe NCs and glucose oxidase system response to various glucose environments were shown in fig. 2, *a*. It can be seen that with the increase of glucose concentration, the fluorescence emission peak around 616 nm decreased gradually. As shown in fig. 2, *b*, the relationship between the logarithm of fluorescence intensity at 616 nm and glucose concentrations in the range of 0–100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ could be well described as the following equations: $10\text{-Lg}(F_{616}) = 0.00452[\text{Glucose}] + 6.5849$

The detection limit for glucose was $0.23 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, and the fit coefficient was 0.994.

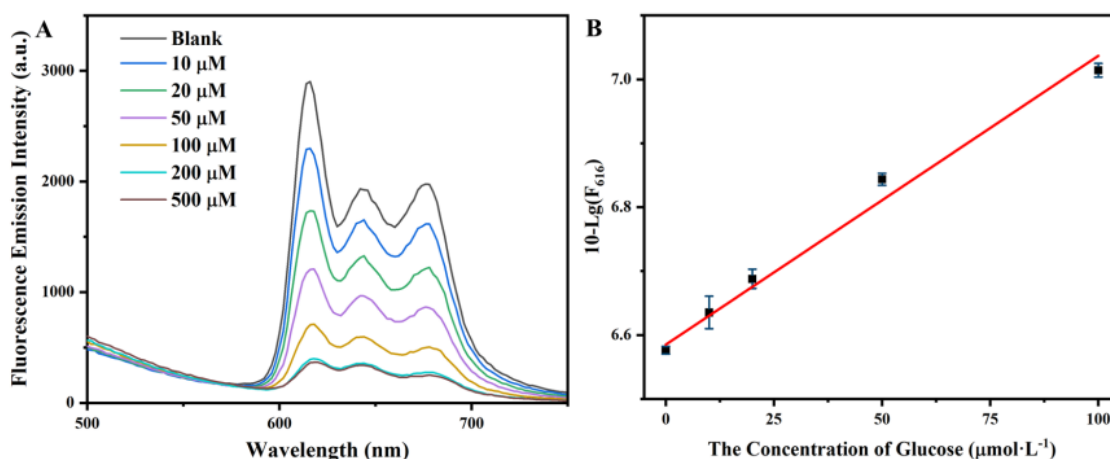


Figure 2 – Relationship between the logarithm of fluorescence intensity

We investigated the fluctuation of fluorescence intensity at 616 nm of Fe NCs, glucose oxidase, glucose system under different pH environments (fig. 3, *a*) and the fluorescent response of this system for series of biomolecules (fig. 3, *b*). In order to use the detection system with greater ease, we injected the Fe NCs and glucose oxidase solution into the cooling agarose gel. As shown in fig. 3, *c*, under UV light, the obtained agarose gel pieces changed from bright red to bluish violet after the addition of 2 mmol·L⁻¹ glucose solution for 1 hour.

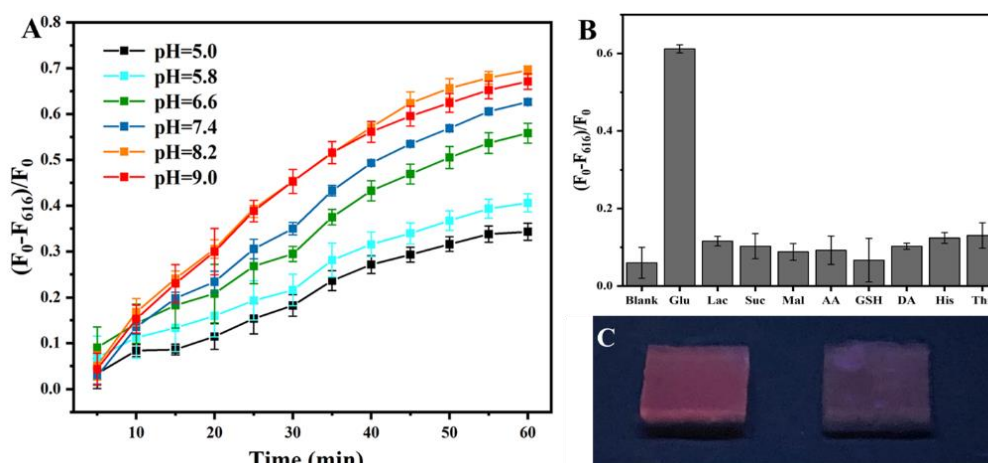


Figure 3 – Response of this system for series of biomolecules

We developed a fluorescent system for detection of glucose in the range of 0–100 μmol·L⁻¹ based on Fe NCs and glucose oxidase system. Importantly, the Fe NCs and glucose oxidase system was prepared into agarose gel pieces that can be conveniently used for visual detection of glucose, which has broad development prospects.

УДК 631.3

**EXPLORATION OF THE CURRENT STATUS OF RESEARCH ON
TIGERNUT SEEDERS IN CHINA**

马世宽 (Ma Shikuan), 刘知鑫 (Liu Zhixin)
王春清 (Wang chunqing), 翟玉彬 (Zhai Yubin)
青岛农业大学 (Qingdao Agricultural University)
e-mail: 827993666@qq.com

Summary. Domestic tigernut mechanised seeding is currently in the beginning of the rapid development stage, part of the region in the reference to the original agricultural mechanisation of high-end technology on the basis of research and development were applied to the characteristics of the region relatively mature tigernut seeding machinery, but due to the regional differences are large, the related equipment is not a strong wide range of applicability.

From the basic situation in China, these seed displacing implements have a clear structure, and they can be defined and divided into categories according to the differences in structure. According to the actual needs of planting vegetables in greenhouses, Jiang Enchen and other researchers have developed and designed hand-push seeders, which have improved the efficiency and quality of seeding to different degrees. For this kind of machine, its size is not big, the basic structure is not complicated, and the environmental adaptability is strong. Yu Zhenjun and others have carried out research and development and design of the eyelet-type barrel-type seed discharge groove wheel in order to solve the problems faced by the cabbage in the process of sowing. With the passage of time, the advanced science and technology also continues to achieve innovation and upgrading, more perfect performance of pneumatic seed discharger was introduced into our country, the domestic pneumatic precision seed discharger in the process of development has gained a huge impetus, more specialised seed discharger was developed and designed, and has been practically applied.

In addition, Hu Shurong et al. carried out a theoretical study on seed dischargers with the help of the basic principles of hydrodynamics. Wu Futong and others, in the process of research and development of seed discharger design, the organic combination of air suction and air blowing, and with the help of orthogonal test on the impact of the seed discharge quality of the indicators to carry out a comprehensive analysis of the optimal operating parameters to make a decision.

At present, pneumatic seed dischargers are more often used in the sowing of field crops. Mechanical precision seed discharger has a simpler structure, low manufacturing cost, and is more widely used in China. At the same time, this kind of seed discharger also has certain shortcomings, for example, the shape of the seed is not ideal, in the single seed sowing, the effect is relatively poor, but also not conducive to the protection of the seed, and the rate of leakage is also

relatively high. In summary, in this case, the mechanical seed dispenser needs to be further improved and optimised, so that its performance can be comprehensively improved to better meet the actual needs of the sowing work.

YDK 631.3

EDEM SIMULATION ANALYSIS OF JAMMED SPECIAL HOLE PUNCHED ROW TUPE TIGERNUT SEEDER

马世宽 (Ma Shikuan), 刘知鑫 (Liu Zhixin), 尚书旗 (Shang Shuqi)

青岛农业大学 (Qingdao Agricultural University)

e-mail: 827993666@qq.com

Summary. Through the use of EDEM simulation software, the establishment of the tigernut particle model and the card position special hole punch row tigernut precision seeder model, simulation analysis, to verify the seeding performance of the seeder.

Simulate the seed guiding tube and the seed filling, guiding and conveying involved in the process of seed sowing from the seed dispenser to the ground. On the basis of determining the material properties of tigernut and obtaining relevant information and data support, the corresponding particle model is established and the relevant boundary parameters are set. Through the establishment of the particle model of oil soybean seeds, the 3D model of the oil soybean seed distributor, which was saved as a STEP file format at a scale of 1:1, was imported into the EDEM discrete element simulation software.



Figure 1 – Discrete element model diagram of tigernut



Figure 2 – Olea europaea in arc segment diagrams

According to the actual field operation situation and the agronomic sowing technical requirements of tigernut, the speed of the seeder was set to 3 km/h, the rotational speed of the seed dispenser was set to 20 r/min, and the tangent inclination angle of the seed-guiding cylinder curve was set to 75°, so as to analyse the movement state of tigernut seeds in the seed-guiding process. The total simulation time was set to 25 s.



Figure 3 – Seeding process diagram

Clearly observe the state of tigernut separating from the population, entering the type hole to fill the seed in the seed guide cylinder to the conveyor belt. The results are shown in fig. 3: the single hole of the seed dispenser is rotated and disturbed to form a layer of seeds with uneven speed; the tigernuts are thrown out through the opening of the seed dispenser into the seed-guide cylinder; the tigernuts slide steadily in the curved track of the seed-guide cylinder; and the tigernuts are fed to the conveyor belt at the seed-dropping port under the combined effect of their own gravity to realise the relative zero-speed. The seed discharge performance of the jammed special hole punching and discharging type tigernut precision seed discharger was verified by simulation analysis.

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ.
АВТОМАТИЗАЦИЯ»

УДК 339

Q-КОДЫ В МАРКЕТИНГЕ

*Баньковская А. А., Шегидевич Д. С.
Белорусский государственный университет
e-mail: alinabankovskaya1@gmail.com*

***Summary.** In this paper, we look at the use of QR-codes in marketing. They are becoming increasingly popular in marketing due to their ease of use and the wide range of features they offer.*

В современном быстро меняющемся цифровом мире крайне важно поддерживать актуальность и эффективность маркетинговых стратегий. Вот тут-то и появляются QR-коды в маркетинге.

QR-код – это уникальный квадратный штрихкод с зашифрованной информацией. Рисунок двухмерный, что позволяет вместить в него гораздо больше данных, чем в обычную штриховую комбинацию. QR легко считывается камерой смартфона и обеспечивает быстрый доступ к данным [1].

Существует несколько видов QR-кодов: статический, динамический, микро.

Статический – это постоянный код, который открывает одну и ту же ссылку – если адрес страницы изменится, QR станет недействительным. Обычно ведет на сайт компании, страницу промоакции, email для связи с компанией и информационные тексты.

Динамический код содержит короткую ссылку. Пользователь переходит на промежуточный ресурс, а затем – на целевую страницу. Например, один и тот же QR-код на чеке в марте может вести на страницу с акцией «1 + 1 = 3», в мае – на страницу со скидкой 10 % на сопутствующие товары. Для этого достаточно поменять только ссылку.

Микро – это самый компактный код в размерах и в объеме шифруемой информации. Его используют для этикеток, чеков и ценников [2].

Есть множество причин применения QR-кодов в маркетинге, но хотелось бы выделить три самые главные. Во-первых, QR-коды помогают лучше запомнить рекламу благодаря их привлекательному дизайну и возможности добавления действенного призыва к действию. Во-вторых, QR-коды упрощают пользовательское взаимодействие с брендом, позволяя легко совершать нужные действия, такие как переход на сайт или подписка в социальных сетях. И в-третьих, можно отследить QR-код, созданный для конкретной рекламной кампании и получить доступ к статистике сканирований. Аналитика включает в себя информацию о количестве

пользователей, которые отсканировали код, а также об их местоположении. Такие данные пригодятся для анализа эффективности рекламы.

Q-коды получили известность в 2020 году, когда мир перешел на бесконтактный образ жизни из-за COVID-19. С этого периода наблюдался значительный рост статистики использования этих кодов. Так, странами с самой высокой активностью сканирования в 2022 году являлись: США – 42,2 %, Индия – 16,1 %, Франция – 6,4 %.

Безусловно, и в Беларуси интерес к использованию такой технологии, как QR-код, есть. Если говорить о самом масштабном государственном применении QR-кодов, то, в первую очередь, нужно упомянуть установку 8 билбордов в Минске с изображением карты города (рис. 1). Именно на них и размещены QR-коды, которые позволяют туристам воспользоваться картами и найти подробную информацию о месте [3].



Рисунок 1 – Билборд в центре Минска

В Китае одним из самых масштабных государственных применений QR-кодов является их использование в программе «Цифровой народ» (Digital People). QR-коды используются для развития сельского туризма, поддержки малых и средних предприятий. А также Q-коды используются для онлайн-продажи сельскохозяйственной продукции. Пользователи могут сканировать их, чтобы сделать заказ и оплатить товары. Эта программа помогает сельским районам Китая улучшить экономическую ситуацию и развивать местные бизнесы с помощью QR-кодов в маркетинге [4].

Список использованных источников

1. Что такое Q-коды и как их применять в рекламе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mango-office.ru/products/calltracking/for-marketing/osnovy/qr-kod/#:~:text=QR>. – Дата доступа: 02.11.2023.

2. Что такое Q-коды и как их применять в маркетинге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mindbox.ru/journal/education/chto-takoe-qr-kody/>. – Дата доступа: 02.11.2023.

3. В Минске установили карты города с Q-кодами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.holiday.by/blog/937>. – Дата доступа: 02.11.2023.

4. Q-коды в Китае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qrcode-tiger.com/ru/qr-codes-have-been-used-all-around-china-and-you-can-also-track-all-the-data>. – Дата доступа: 02.11.2023.

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И БОЛЬШИХ ДАННЫХ В ЦИФРОВОМ МАРКЕТИНГЕ

Беланович Е. М., Кирасова Е. О.

Института бизнеса Белорусского государственного университета
e-mail: belanovicliza@gmail.com, ekirasova@gmail.com

***Summary.** The article is devoted to the application of machine learning and Big Data in digital marketing. This article considers the concept and benefits of machine learning. The results and conclusions presented in the article are important to understand the importance of machine learning in marketing.*

Машинное обучение в маркетинге – это применение алгоритмов и статистических моделей, которые системы используют для выполнения конкретной задачи, опираясь на образцы. В контексте маркетинга, это позволяет компаниям анализировать большие объемы данных для выявления закономерностей и тенденций поведения потребителей, и на основе этого делать прогнозы и принимать решения. Далее будет описано как работает машинное обучение в маркетинге и какие у него есть применения:

1. Сегментация клиентов: Алгоритмы кластеризации могут автоматически разделять клиентов на группы с похожими характеристиками или поведением, что улучшает целевую направленность маркетинговых кампаний.

2. Персонализация: Рекомендательные системы используют исторические данные о покупках и поведении на сайте для предложения товаров и услуг, которые с наибольшей вероятностью заинтересуют конкретного пользователя.

3. Анализ изображений: Алгоритмы компьютерного зрения могут анализировать изображения в социальных сетях, чтобы понять, как потребители используют продукты бренда.

4. Прогнозирование спроса: Модели прогнозирования помогают предсказать будущий спрос на продукты, позволяя оптимизировать уровни запасов и планировать маркетинговые акции.

5. Оптимизация ценообразования: Алгоритмы могут анализировать эластичность спроса и конкурентные цены для автоматической настройки цен в реальном времени.

6. Автоматизация обслуживания клиентов: Использование чат-ботов для первичного общения с клиентами, основанное на машинном обучении, позволяет быстро реагировать на запросы и улучшать качество обслуживания.

7. Управление рекламными кампаниями: Машинное обучение способно автоматизировать покупку рекламы (programmatic buying), таргетинг и оптимизацию рекламных бюджетов.

Прогнозирование поведения потребителя с помощью машинного обучения в маркетинге является одной из наиболее перспективных и быстро развивающихся областей. Это подход позволяет компаниям не только понимать, что потребители сделают в будущем, но и почему они могут это сделать, что открывает новые возможности для персонализации и оптимизации маркетинговых стратегий. Давайте подробнее рассмотрим, как это работает и какие преимущества это может принести бизнесу.

Ключевые компоненты прогнозирования поведения потребителя:

1. Данные о поведении: Сбор данных о поведении потребителей через различные каналы, такие как веб-сайты, мобильные приложения, социальные сети и оффлайн-магазины.

2. Паттерны покупок: Анализ исторических паттернов покупок для выявления закономерностей, которые могут предсказать будущие действия.

3. Поведенческое моделирование: Создание предиктивных моделей, которые используют статистический анализ и машинное обучение для прогнозирования действий на основе предыдущих взаимодействий.

4. Социальные сигналы: Использование анализа социальных сетей для понимания влияния общественного мнения на поведение потребителей.

5. Сентимент-анализ: Оценка отношения потребителей к продукту, бренду или кампании с помощью анализа тональности отзывов и комментариев.

Автоматизация рекламных кампаний с помощью машинного обучения представляет собой прорыв в области маркетинга, позволяющий брендам и компаниям максимизировать эффективность своих рекламных усилий.

Основные аспекты автоматизации рекламных кампаний:

1. Планирование кампаний: Машинное обучение анализирует огромные объемы данных, чтобы определить оптимальные каналы распространения, целевую аудиторию и моменты запуска рекламных кампаний.

2. Таргетинг: С использованием алгоритмов классификации и кластеризации, машинное обучение помогает в создании более точных профилей потенциальных клиентов для более точного таргетинга рекламы.

3. Оптимизация бюджета: Автоматическое распределение бюджета между кампаниями и каналами на основе их производительности, что обеспечивает более высокую рентабельность инвестиций.

4. Тестирование A/B: Автоматизация процесса тестирования различных версий рекламных объявлений, чтобы определить наиболее эффективные варианты.

5. Улучшение персонализации: Машинное обучение позволяет компаниям создавать персонализированный опыт для клиентов, анализируя их предпочтения, историю покупок и поведение на сайте.

6. Оптимизация ценообразования: Алгоритмы могут анализировать рыночные тренды, спрос и конкуренцию для установления оптимальных цен на продукты и услуги в реальном времени.

7. Прогнозирование трендов: Способность предсказывать будущие рыночные тенденции и изменения в поведении потребителей дает компаниям возможность опережать конкурентов.

8. Автоматизация процессов: Машинное обучение может автоматизировать множество задач, таких как сегментация клиентов, целевая реклама и управление контентом.

9. Улучшение взаимодействия с клиентами: Чат-боты и виртуальные помощники, обученные на основе машинного обучения, могут предоставлять круглосуточную поддержку клиентов с высоким уровнем персонализации.

10. Эффективность кампаний: Анализ больших данных с помощью машинного обучения позволяет точно определять эффективность маркетинговых кампаний и вносить коррективы в реальном времени.

Машинное обучение представляет собой мощный инструмент для маркетинга, способный радикально преобразовать взаимодействие с клиентами и управление маркетинговыми кампаниями. Тем не менее, для его успешного применения требуется сознательный подход, ориентированный на постоянное улучшение качества данных, этическую практику и развитие профессиональных компетенций.

УДК 658.75

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ПЛОМБ И ИХ ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Браковская Е. С., Руткевич П. И.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: pollyrutk@gmail.com

Summary. This article examines the use of navigation seals and the process of introducing uniform requirements for the use of navigation seals on the territory of the EAEU countries.

Использование навигационных пломб является относительно новым и очень перспективным явлением в Республике Беларусь. Активное применение данной технологии началось в 2020 году в период разгорания инфекции COVID-19 с принятия постановления Совета Министров Республики Беларусь от 25 марта 2020 г. № 171 «О мерах по предотвращению завоза и распространения инфекции, вызванной коронавирусом COVID-19». Дальнейшее правовое регулирование произошло в мае 2020 г. и нашло отражение в постановлении Совета Министров Республики Беларусь № 311.

Навигационная пломба – это устройство, предоставляющее конкретный объем информации, необходимый для осуществления перевозки. Например, это сведения о товаре, отправителе, получателе и маршруте следования.

На сегодняшний день пломбы являются альтернативой таможенного сопровождения и применяются при установлении таможенными органами маршрута перевозки или нарушении таможенного законодательства ЕАЭС. Данное решение имеет ряд преимуществ, во-первых, цифровой контроль сокращает время пребывания перевозчика в подконтрольной зоне, во-вторых, ускоряется проведение таможенных операций и, в-третьих, минимизирует расходы таможенных органов.

С 2021 года навигационные устройства (пломбы) применяются на обязательной основе в случаях, когда автомобильным транспортом осуществляется транзитная перевозка товаров, имеющих статус повышенной опасности, и когда товары ввозятся посредством автомобильного транспорта с территорий Литвы, Латвии и Польши.

С мая 2022-го года электронные пломбы стали навешиваться на грузовые автомобили, которые ввозят товары в Беларусь с территории Евросоюза, а также на все въезжающие в Беларусь порожние транспортные средства международной перевозки, зарегистрированные в странах ЕС.

Существует перечень исключений, когда навигационные пломбы не требуются. В такой перечень входят: транзит товаров из Калининградской области Российской Федерации; тяжеловесные и крупногабаритные транспортные средства, имеющие специальное разрешение на проезд; транзит иностранной безвозмездной помощи; продуктам из раздела «Живые животные» ТН ВЭД ЕАЭС; международные почтовые отправления [1].

Следует отметить, что 3 апреля 2023 года вступило в силу Соглашение о применении в ЕАЭС навигационных пломб для отслеживания перевозок. Данное соглашение является первым, принятом на уровне Совета ЕЭК для обеспечения практической реализации единых требований к применению навигационных пломб внутри союза.

Соглашение определяет случаи и порядок применения навигационных пломб; объекты отслеживания; участников отслеживания перевозки; виды транспорта, в отношении которых будет применяться отслеживание; порядок и условия применения форм таможенного и иных видов государственного контроля; основы взаимодействия контролирующих органов.

Для мягкой адаптации контролирующих органов и субъектов ВЭД к применению навигационных пломб по новым требованиям, решением Совета ЕЭК предусмотрено поэтапное введение отслеживания с учетом категорий товаров и видов транспорта, которыми они перемещаются.

На первом этапе (с января 2024 г.) отслеживание перевозок с применением навигационных пломб начнется с товаров, перевозимых:

1. В соответствии с таможенной процедурой таможенного транзита: автомобильным и (или) железнодорожным транспортом санкционных товаров, алкогольной и табачной продукции; автомобильным транспортом высокорисковых товаров (одежда, бытовая техника, электроника и др.);

2. Автомобильным и (или) железнодорожным транспортом в рамках взаимной торговли и таможенной процедуры экспорта санкционных товаров, алкогольной и табачной продукции.

На втором этапе (с июля 2024 года) в отношении товаров, перевозимых в соответствии с таможенной процедурой таможенного транзита: автомобильным транспортом – всех товаров (за исключением отдельных товаров-изъятий, определенных Комиссией); железнодорожным транспортом – высокорисковых товаров (одежда, бытовая техника, электроника и др.).

На третьем этапе (с мая 2025 года) – в отношении иных товаров, перемещаемых транзитом железнодорожным транспортом [2].

Таким образом, единые требования к применению навигационных пломб на территории стран ЕАЭС необходимы для обеспечения безопасности грузов, оптимизации таможенных процедур, установления единого регулирования внутри союза в целях улучшения взаимодействия и обмена информацией между таможенными органами.

Список использованной литературы

1. В Беларуси навигационные пломбы стали обязательными и для транзита опасных грузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trans.ru/news/v-belarusi-navigatsionnie-plombi-stali-obyazatelnimi-i-dlya-tranzita-opasnih-gruzov>. – Дата доступа: 28.10.2023.

2. Божук, А. А. Навигационные пломбы внедряют поэтапно / А. А. Божук // Таможенный вестник. – 2023. – № 2. – С. 16–17.

УДК 004.42, 658.51

УМНАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И СКЛАДСКОГО УЧЕТА

Варченя И. В., Савенко А. Г.

*Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
e-mail: savenko@bsuir.by*

Summary. *The paper presents a software and hardware complex for automation and intellectualization of storage and inventory control in an enterprise, implemented on the Raspberry Pi hardware platform with voice control and visual light indication for request processing. The developed software and hardware system for storage and inventory control can be easily scaled and adapted to the specifics and needs of various enterprises and will automate this process.*

В настоящей работе представлен разработанный проект по автоматизации и интеллектуализации системы хранения и складского учета деталей и комплектующих, включающий в себя разработанное программно-аппаратное обеспечение и прототип системы. Прототип предлагаемой системы предназначен для хранения и складского учета радиодеталей на предприятии, занимающемся ремонтом электрооборудования. Сама система

легко масштабируется за счет соответствующего изменения аппаратной части системы (соответствующих задаче датчиков, сенсоров и т. д.).

Умная система хранения и складского учета реализована на базе микрокомпьютера Raspberry Pi. К микрокомпьютеру подключаются периферийные устройства: датчики веса (для определения наличия и количества хранимых деталей), светодиодные устройства индикации (для визуализации найденных контейнеров для хранения или выводе ошибки поиска), микрофон (для приема поступающих голосовых команд) и другие устройства, в зависимости от специфики системы хранения. Тензодатчик и микросхема HX711 – связка, которая позволит создавать устройства для измерения веса или давления, оказываемого на поверхность датчика, а затем передавать эти показания (с высокой точностью) на плату микрокомпьютера.

Для световой индикации результатов поиска (определенного стеллажа или контейнера) по голосовому поисковому запросу (зеленым цветом), а также для индикации отсутствия результатов поиска (красным цветом) предлагается использовать светодиодные устройства индикации.

Для программного управления системой разработано программное средство, реализующее управление посредством голосового интерфейса, и не требующее специальной подготовки сотрудников.

Разработанное программное обеспечение использует ряд технологий, реализующих следующие функции: 1) обработка голосовых команд; 2) обработка информации, считываемой с датчика веса; 3) обработка информации о размещенных деталях; 4) вывод данных посредством светодиодной индикации.

Данный функционал решает следующие задачи: 1) голосовое управление программным средством; 2) хранение информации о размещенных деталях; 3) ввод данных датчика веса; 4) вывод данных на индикаторные светодиоды; 5) учет режимов работы с физической моделью.

Общий алгоритм работы программного средства управления системой предполагает получение команд поиска хранящихся деталей, добавления деталей на хранение, изъятие (удаление) деталей со складского хранения. После запуска программы на физической модели системы загорается светодиод, который служит индикатором работы программного средства. Далее пользователю необходимо произнести вслух команду управления.

Команды управления реализуются следующим образом: после считывания микрофоном команды, голос преобразуется в текст. Голосовые команды поступают в блок ввода голосовых команд. На этом этапе голосовые команды представляют вибрации воздушной среды, воспринимаемые микрофоном, которые производит пользователь. Далее сигнал поступает в блок анализа полученных сигналов с микрофона. После текстовая строка разбивается на составляющие в блоке обработки голосовых команд, согласно списку возможных голосовых команд, и выдается команда об изменении записи в файле хранения. Если команда

распознана, то запускается соответственный метод обработки: поиск, удаление, добавление и изменение количества деталей. Если команда не распознана, то включается индикация об ошибке. Информация с датчика веса анализируется, а далее задается команда индикации активации в соответствующем блоке. Команда индикации формирует команду индикацию об ошибке или индикацию заданной ячейки в соответствующих блоках. Далее команды индикации активации, ошибки и заданной ячейки поступают в блок передачи команды микроконтроллеру, который формирует управляющие сигналы на портах ввода-вывода микроконтроллера. Программа завершается прерыванием пользователя.

В случае поиска детали может быть два исхода: деталь найдена и деталь не обнаружена. В первом случае будет подсвечиваться необходимая ячейка при помощи индикаторных светодиодов. Во втором – отобразится индикация об ошибке. В случае команды добавления новой детали – необходимая (с уже аналогичными деталями или, если таких нет, пустая ячейка подсветится. Команда добавления детали может быть двух видов: с указанием количества и без указания количества (тогда количество считается равным единице). Команда удаления детали также может быть с и без указания количества радиодеталей. Например: «Удалить вольтметр». Или: «Удалить десять реле». При вводе команды изменения количества деталей производится проверка наличия похожих деталей. Если проверка пройдена, то подсветится ячейка с похожими деталями, если нет, то подсветится пустая ячейка. Команда удаления должна быть с указанием количества удаляемых деталей. В случае команды удаления радиодетали будет отображена соответствующая индикация удаления детали из определенной ячейки и будет выполнено изменение их количества.

УДК 004.4:379.85

ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО ТУРИЗМА

Вашкевич М. Ю.

*Белорусский национальный технический университет
e-mail: maksimvashkevich1809@gmail.com*

***Summary.** This paper explores the development of a mobile application aimed at fostering domestic tourism in the Republic of Belarus. In the context of global events, which restrict international travel, the importance of internal tourism has been underscored. The mobile application serves as a versatile tool for a diverse audience, enabling users to discover intriguing facts about Belarusian cities, select leisure destinations, and construct optimized walking routes.*

Современная динамика глобальных событий, подчеркнула важность развития внутреннего туризма и необходимость создания новых инструментов для поддержания активности туристической индустрии на

национальном уровне. В этой статье исследуется создание мобильного приложения, ориентированного на развитие внутреннего туризма в Республике Беларусь. Приложение направлено на удовлетворение потребностей разнообразных категорий пользователей, предоставляя им возможность познакомиться с интересными фактами о городах Беларуси, выбрать места для отдыха и составлять оптимизированные маршруты прогулок.

Внутренний туризм является важным сегментом экономики многих стран, включая Беларусь. Однако, различные факторы, такие как ограничения на международные поездки и ограничения, связанные с экологическими вопросами, создают необходимость в разработке инновационных подходов для стимулирования внутреннего туризма. Создание мобильного приложения, способствующего исследованию и освоению собственной страны, представляет собой актуальную проблему. Такое приложение может быть средством содействия формированию патриотизма, расширению знаний о местных культурных и исторических достопримечательностях, а также укреплению сегмента внутреннего туризма.

Основной целевой аудиторией создаваемого мобильного приложения являются граждане Республики Беларусь, желающие более глубоко познакомиться с местными достопримечательностями и историей своей страны. Приложение предоставляет инструмент для различных категорий пользователей:

1. Туристы, ищущие необычные маршруты и интересные факты о городах Беларуси.
2. Местные жители, желающие провести свободное время в интересных местах и узнать что-то новое о своем родном городе.
3. Семьи, ищущие места для активного отдыха с детьми.
4. Экологически ориентированные туристы, стремящиеся к экологически чистому отдыху и исследованию природы.

Разработанное мобильное приложение представляет собой инновационный гид по Беларуси, предоставляющий пользователю следующие возможности:

1. Тревел-кресты по городу: Пользователи могут пройти тематические маршруты в различных городах Беларуси, где им будут доступны интересные факты о местных достопримечательностях и культуре. Приложение предоставит интерактивные экскурсии, обогащая опыт путешествий.

2. Выбор мест для отдыха: Приложение рекомендует места для отдыха на основе пользовательских предпочтений, с учетом активного или спокойного отдыха, семейных мероприятий или приключений в одиночестве.

3. Построение маршрутов прогулок: Пользователи могут создавать персонализированные маршруты прогулок, оптимизированные с учетом

времени и интересов. Это позволит туристам оптимально организовать свое время и максимально использовать возможности каждой поездки.

4. Подсказки интересных мест: Приложение предоставляет информацию о малоизвестных и уникальных местах в городах Беларуси, что помогает пользователям обогатить свой опыт и найти скрытые жемчужины.

Рентабельность приложения зависит от его популярности, монетизации и затрат на разработку и поддержку. Для расчета точной рентабельности необходимо провести более подробный анализ, включая затраты на разработку и маркетинг, а также доход от каждого источника дохода. Важно также учесть конкуренцию и спрос на подобные приложения. При расчете рентабельности приложения учитывались затраты, заключающиеся в ежемесячной зарплате команды разработчиков, и прибыль, зависящая от количества пользователей. После включения данных в формулу, была выведена краткая формула, учитывающая коэффициент рентабельности и количество пользователей. При количестве активных пользователей в 4000 человек, рентабельность составит 20 %, т. е. приложение окупиться за 5 месяцев.

Создание мобильного приложения для развития внутреннего туризма в Республике Беларусь представляет собой важный шаг в интеграции инновационных технологий в развитие туризма. Приложение способствует обогащению культурных знаний, стимулирует туристическую индустрию на национальном уровне, и создает условия для патриотического туризма. Социальный эффект данного приложения заключается в расширении культурного и географического кругозора пользователей, а также в поддержании интереса к собственной стране, что способствует ее устойчивому развитию и содействует продвижению внутреннего туризма.

УДК 338

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕРСТКИ И ПОДГОТОВКИ К ПЕЧАТИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАСТОЛЬНЫХ ИГР

Желенок Д. А.

*Институт информационных технологий Белорусского государственного
университета информатики и радиоэлектроники*

e-mail: andrew-rebeldes@rambler.ru

Summary. *The paper presents a software tool designed to automate the layout and preparation for printing of board game materials. The software has a graphical and console interface, a well-thought-out architecture that allows you to avoid duplicating the source code of algorithms for different interfaces. The main functions of the software tool are: preparing a specification file with a wide selection of parameters (various types of printing materials, sheet formats (including roll printing), options for source files of board game materials and ways to compare them, choice of packaging strategy); generation of documents for printing in accordance with specifications. Software algorithms solve problems*

of two-dimensional packaging and guillotine cutting. The use of software will reduce the costs of preparing and producing board games.

Разработанное программное средство (ПС) позволяет автоматизировать процесс верстки и подготовки материалов настольных игр к печати. ПС поддерживает гибридный режим работы, что означает поддержку как графического, так и текстового (консольного) варианта интерфейса. Графический режим работы предоставляет пользователю удобный интерфейс для создания файла спецификации и его применение для генерации документов.

Файл спецификации описывает следующие параметры: 1) структуру папок, в которые будут сохранены результат работы программы; 2) количество и название документов, которые пользователь ожидает получить; 3) формат бумаги и отступы, которые должны быть соблюдены в каждом из документов; 4) источник изображений игровых компонентов и их ожидаемый размер; 5) стратегия упаковки объектов на каждой странице; 6) источник изображений для обложек, если компоненту они требуются; 7) способ формирования меток для реза, если они необходимы.

Программа, считывая спецификацию и остальные необходимые файлы, может предоставить следующие функции: 1) расстановка изображений на двумерной ограниченной области с учетом отступов, ожидаемых размеров компонентов и выбранной пользователем стратегии упаковки; 2) масштабирование входных изображений, а также формирование рамки вокруг них в том случае, если необходимо избежать проблем связанных с смещением бумаги во время печати; 3) нарезка входных изображений, в случае если они не влезают в ожидаемую область; 4) расстановка меток для реза; 5) генерация и расстановка рубашек для тех компонентов, которым она необходима; 6) возможность распределить компоненты как в рамках одного документа, так и в разных.

На выходе программа формирует структуру из папок, в которых находятся сгенерированные файлы в формате PDF. Структура папок также описывается в исходной спецификации.

В разработанном программном средстве алгоритмы упаковки подразделяются на две основные группы: оптимизирующие используемое пространство и упрощающие послепечатную обработку.

Первые представляют из себя алгоритмы, решающие задачу двумерной упаковки. Они должны быть способны работать с компонентами разных размеров и их результат должен, по возможности, минимизировать занимаемое на листах пространство и количество используемых листов бумаги.

Вторые должны минимизировать количество гильотинных разрезов, которые необходимо совершить чтобы вырезать все компоненты. Эта проблема также известна как задача гильотинного раскроя. Задача, решаемая алгоритмами двумерной упаковки, формулируется следующим

образом: даны прямоугольники определенного размера (задана ширина, высота), которые необходимо расположить на прямоугольниках большего размера (контейнеры). Основной целью является нахождение такого расположения всех прямоугольников, чтобы они не пересекались и занимали наименьшее количество контейнеров. Задача гильотинного раскроя – задача комбинаторной геометрии, близкая к задаче раскроя и задачам упаковки в контейнеры. Основной целью является получение максимального числа листов прямоугольного размера из листа большего размера, делая только гильотинные разрезы, то есть прямые разрезы от края до края.

Обработка всех или некоторого подмножества документов, перечисленных в файле спецификации, осуществляется следующим образом: на вход поступает частично обработанные данные спецификации, на основании которых осуществляется подготовка таких параметров как: формат бумаги; стратегия упаковки и рендерер. Затем проверяется совместимость между ними, чтобы предотвратить проблемы, которые могли бы появиться на последующих этапах. Если проблем не обнаружилось, осуществляется упаковка документа на основе заданного алгоритма, а также его рендер. Обработанный документ сохраняется в виде файла или выводится на экран в зависимости от типа рендерера который использовался на предыдущем этапе. Перед упаковкой компонентов, выполняется подготовка. Она включает в себя считывание и преобразование входных изображений фронтальной и обратной части компонентов.

Во время конвейерной обработки документов необходимо находить пути к изображениям, которые должны быть вставлены в итоговый файл. Пути к ним задаются в виде двух частей, префиксной и постфиксной. Префиксы описываются в свойствах отдельного документа и представляют из себя список шаблонов путей, в которых должен начинаться поиск. Постфиксные пути же задаются в свойствах отдельного компонента.

УДК 008

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ» В БЕЛАРУСИ И КНР

Крымская Н. А.

*Институт бизнеса Белорусского государственного университета
e-mail: krymskayanata29@icloud.com*

***Summary.** The article is devoted to the analysis of the use of virtual reality technology in Belarus and China. This article discusses the concept of virtual reality. The results and conclusions presented in the article are important from the point of view of understanding the development of this technology and its future application in Belarus and China.*

Виртуальная реальность, часто называемая VR, представляет собой использование компьютерных технологий для создания смоделированной среды, в которой стимулируется как можно больше органов чувств, таких как зрение, слух, осязание и даже обоняние. В отличие от традиционных пользовательских интерфейсов, он помещает пользователя внутрь интерфейса. Вместо того, чтобы смотреть на экран перед собой, пользователи погружаются и могут взаимодействовать с трехмерными мирами. На самом деле виртуальная реальность кажется относительно новой идеей, но если мы вернемся к 1950 году, кинематографист по имени Morton Heilig хотел стимулировать не только глаза и уши, но и все наши чувства, создавая то, что он назвал «театром впечатлений». Спустя годы было изобретено первое в мире устройство виртуальной реальности: «Сенсо-рама». На сегодняшний день виртуальная реальность прочно вошла в нашу жизнь, во всем мире разрабатывается большое количество устройств для моделирования виртуальной реальности. Если рассматривать индустрию виртуальной реальности в Беларуси и Китае, то она имеет свои особенности и уровень развития. Вот некоторые аспекты, которые можно сравнить в этих двух странах:

1. Рынок и экономическое развитие: благодаря своему огромному населению и высокой степени технологичности, Китай является важным игроком в индустрии виртуальной реальности. Ожидается, что рынок виртуальной реальности в Китае вырастет в 36 раз в следующие четыре года и достигнет 55 млрд юаней (8,5 млрд долларов). Рынок Беларуси, несмотря на потенциальные перспективы развития VR, все еще ограничен и сталкивается с некоторыми проблемами. Одной из основных причин является недостаток оборудования и доступных VR-приложений на рынке. Также, высокая стоимость VR-технологий может быть преградой для их внедрения в широкий массовый рынок.

2. Компании и стартапы: Китай начал поддержку предпринимательства в 2014 году и с тех пор открыл 1600 высокотехнологичных инкубаторов для стартапов. В настоящее время в индустрии виртуальной реальности в Китае работает не менее 200 стартапов и компаний. Примерами может послужить HTC – известная компания, которая активно работает в сфере виртуальной реальности или Huawei: один из лидеров, когда дело доходит до очков виртуальной реальности. Кроме того, китайские стартапы, такие как Pico Interactive и Nolo VR, также приносят свои инновационные продукты на рынок. В Беларуси существуют меньшие компании и стартапы в этой области, например Wargaming, VironIT, 4 I Lab, Softeq, но их количество и качество постоянно растет.

3. Применение VR: если сравнивать применения VR в Китае и Беларуси, то можно понять, что сферы использования одни и те же:

- 1) игровая индустрия;
- 2) образование;
- 3) медицина;

- 4) строительство;
- 5) спорт;
- 6) реклама;
- 7) промышленность;
- 8) наука.

Однако, все-таки небольшое отличие есть, и оно заключается в том, что в Беларуси VR находится больше на начальном этапе применения в таких областях, нежели в Китае.

4. Образование и квалифицированный персонал: Китайская система образования имеет много программ и учебных заведений, готовых обучать специалистов в области виртуальной реальности. Беларусь также развивает свои образовательные программы по VR, но уровень квалифицированного персонала пока не на таком высоком уровне, как в Китае.

5. Поддержка правительства: Китайское правительство вовлечено в технологию VR. В 2018 году был выпущен документ под названием «Руководящие мнения Министерства промышленности и информационных технологий по ускорению развития индустрии виртуальной реальности», в котором изложено, как он хочет участвовать в развитии виртуальной реальности в Китае. Ожидается, что рынок виртуальной реальности в Китае вырастет в 36 раз в следующие четыре года и достигнет 55 млрд юаней (8,5 млрд долларов). Правительство Беларуси проявляет поддержку в развитии виртуальной реальности (VR) в стране. Они осознают потенциал этой технологии и понимают важность ее развития для экономического роста и инноваций. В рамках поддержки правительство проводит различные инициативы и программы для стимулирования развития VR сектора. Например, они организуют специальные мероприятия, конференции, форумы и конкурсы, посвященные виртуальной реальности.

Делая вывод, можно сказать, что виртуальная реальность развивается активно в Китае и Беларуси, обеспечивая возможности для инноваций и экономического роста. Китай инвестирует значительные средства и получает поддержку от правительства, что способствует стремительному развитию VR-сектора. Беларусь также активно внедряет виртуальную реальность в различные отрасли и прилагает усилия к развитию своих VR-компаний. Обе страны предлагают перспективные возможности и продолжают создавать благоприятные условия для роста VR-индустрии.

УДК 001.895

INNOVATIONS IN THE FORM OF CHATBOTS

Кузовлева А. В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: anyakuzovleva03314@gmail.com

Summary. The article discusses innovations in the form of chatbots. The main advantages of using them for the development and optimization of business

processes. The article also describes how digital technologies can simplify many processes related not only to business, but also to people's daily lives.

In the modern world, digital technologies play a significant role. Humanity is evolving and progressing, constantly inventing new things for convenience and comfort. Digital technologies help optimize many processes, making services and products more interesting, in demand, and efficient. Things that seemed impossible for many years have become real. Artificial intelligence systems are currently being developed on a large scale. This is a virtual system that can become anyone's assistant. It's a system that can entertain and help people with their daily routines, with the greatest advantage being simplifying many tasks in life, thus freeing people from unnecessary actions, increasing their daily efficiency and productivity. So, chatbots are the most rapidly developing and promising technology today.

Now, let's talk about chatbots. A chatbot is your virtual assistant; it can be built into your device or activated in any messenger. It's a program that simulates a conversation with you, entertaining you and helping you. Chatbots automate their work thanks to artificial intelligence and internet connectivity.

These systems are highly versatile: you can check the weather, ask for your favorite songs to be played, inquire about medical, leisure, shopping, and fashion-related questions, track packages, receive outfit recommendations for the day, and many other areas. In fact, chatbots can have information in any field. To achieve this, you need to create them in a way that loads all the necessary information for you or your customers.

Since chatbots are already so advanced, they can be excellent assistants for your business. They can help you with many tasks related to your business, especially in customer service and support [1].

First, a chatbot can make your business more successful by operating around the clock. The program can respond to your customers' requests instantly and be available at any time. People don't like to wait or be in a queue to talk to an operator, which often causes irritation. With a chatbot, they can save time and quickly get answers, regardless of the time of day. Chatbots can take care of basic questions related to your industry, making your life and your customers' lives simpler and more convenient. If your bot is multifunctional and supported by artificial intelligence, your customers can have conversations with it as if it were a human [2].

Secondly, a chatbot can help you with marketing. With their help, you can build a complete database of your customers, clients, or suppliers, depending on your industry and needs. You can record each individual's interests and needs to later send personalized product or service offerings. At the same time, these functions will help you gather customer feedback. According to statistics, email marketing is not very effective these days. Most people don't even open their emails, and only 5 % read them to the end. Chatbot interfaces are much more

engaging and can hold people's attention, providing significant benefits to your business [3].

One of the main advantages of chatbots, in my opinion, is cost reduction. You can save on hiring employees because a chatbot can perform many functions. For example, it can replace a secretary by planning your meetings, scheduling appointments, reminding you of important dates, and even booking flights. This significantly simplifies your work process and allows you to focus on more important matters. Creating a chatbot is much cheaper than hiring employees for each department. A specialist can handle a limited number of conversations, while a chatbot can process multiple questions simultaneously. This will help you reduce personnel costs and speed up your business processes. Additionally, chatbots can provide you with multilingual support. Today, it's possible to create multilingual bots, so no matter what language your potential customer speaks, the bot can answer their questions and provide feedback. This will allow you to enter new markets, increase your chances of successful deals, and gain the trust and loyalty of customers.

In conclusion, chatbots are a very profitable investment today. The costs of creating one will pay off significantly. Chatbots will take your business to a new level because their functions are limitless. Interaction with customers and sales of your products and services will only grow, and the service will constantly improve. Implementing these systems will help you increase your profits and outperform your competitors. You'll have the opportunity to enter new markets, boost sales, and acquire new loyal customers. Your business will become more organized and efficient.

References

1. Top 22 benefits of chatbots for businesses and customers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zendesk.com/blog/5-benefits-using-ai-bots-customer-service/>. – Дата доступа: 31.10.2023.

2. 16 Top Benefits of Chatbots for Businesses & Customers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tidio.com/blog/benefits-of-chatbots/>. – Дата доступа: 31.10.2023

3. Что такое чат-боты и какие они бывают [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.carrotquest.io/chatbot/chatbot-types/>. – Дата доступа: 31.10.2023.

УДК 004.415.2

СИСТЕМА АНТИПЛАГИАТА ДЛЯ ПРОГРАММНОГО КОДА НА ЯЗЫКЕ PYTHON

Палто Е. С.

Брестский государственный технический университет

e-mail: alena_sokolovskau@mail.ru

Summary. The anti-plagiarism system of software is an integral part of the modern software industry, and its purpose is to ensure the integrity and originality of software products. It is based on the analysis and comparison of codes, excluding the possibility of copying and using someone else's intellectual work

without appropriate permissions. This article is devoted to the development of a code anti-plagiarism system for Python program codes.

Плагиат представляет собой преднамеренное незаконное копирование или использование защищенных результатов творческого труда другого человека, с сокрытием истинного авторства и предоставлением ложной информации о собственном авторстве [1]. Плагиат программного кода – это незаконное копирование или использование чужого программного кода без разрешения автора или без должной атрибуции, с представлением его как собственного.

Плагиат в академической среде имеет свою специфику. Студенты выполняют типовые работы, проекты, поэтому проблема заключается в выявлении академической нечестности путем обнаружение полного или частичного копирования работ других студентов. Проблема актуальна и для дипломных проектов, а также магистерских работ, хоть они и не являются типовыми: распространенные сегодня системы антиплагиата применимы лишь к тексту пояснительной записки, в то время как оригинальность разработанного программного кода имеет не меньшую значимость.

Разработана система антиплагиата для программного кода, написанного на языке Python, обнаруживающая различные способы видоизменения заимствованного (копируемого) программного кода: изменение комментариев к фрагментам программы; изменение имен переменных, функций и т. д.; изменение порядка размещения фрагментов кода, удаление фрагментов кода.

Анализируемый программный код преобразуется в AST-строку. AST в Python – это дерево, узлами которого являются операторы и выражения, а листьями – константы и идентификаторы. Это автоматически очищает код от комментариев и пустых строк, не считая их частью кода. Таким образом, код преобразуется в структуру во много раз меньшую по объему, чем сам исходный код (например, код, состоящий из 1000 строк преобразуется в AST-строку размерностью 20–30 строк), что значительно ускоряет работу системы. Для большей эффективности был разработан и реализован подход, когда в AST-строках происходит замена всех имен переменных, имен функций и т. д. на «стандартные» имена переменных (например, a, b, c) и функций (например, f_1, f_2). Это позволяет обнаружить умышленное повышение оригинальности кода за счет замены имен переменных, функций и т. д.

Каждая оригинальная выполненная работа сохраняется в базе данных в виде AST-строки. База данных программных кодов имеет иерархическую структуру и хранит для каждой типовой работы список из оригинальных AST-строк. В основе алгоритма выявления в базе данных наиболее похожего программного кода лежит вычисление расстояния Левенштейна. Расстояние Левенштейна – метрика, измеряющая по модулю разность

между двумя строками [2]. Наиболее похожая AST-строка – строка с наименьшим расстоянием Левенштейна.

Разработанная система антиплагиата программного кода протестирована на работоспособность на заранее подготовленных типовых вариантах видоизменения оригинального программного кода и их сочетаниях, результаты тестирования показали высокую точность обнаружения плагиата.

Список использованных источников

1. В. Н. Пунчик, З. В. Пунчик. Поликонтекстный анализ феномена «плагиат» в информационном обществе / В. Н. Пунчик, З. В. Пунчик / научно-теоретический журнал / Белорусский государственный университет. – 2016. – № 1. – С. 83–91.

2. В. И. Левенштейн. Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов / В. И. Левенштейн. – Доклады Академии Наук СССР, 1965, 163.4:845–848.

УДК 008

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ» В БЕЛАРУСИ И КНР

Политаева Е. А.

*Институт бизнеса Белорусского государственного университета
e-mail: politaevacat@gmail.com*

Summary. The article is devoted to the analysis of the use of “smart” house technology in Belarus and China. This article considers the concept of “smart” house. The results and conclusions presented in the article are important from the point of view of understanding the development of this technology and its application in the future in Belarus and China.

Технология «Умный дом» представляет собой интеграцию различных электронных и информационных устройств, которые позволяют автоматизировать и управлять различными системами в доме или офисе, обеспечивая удобство, безопасность и энергоэффективность.

Введение технологии «Умный дом» имеет огромное количество преимуществ: повышение уровня комфорта и удобства жизни, снижение энергопотребления, обеспечение безопасности и защиты, а также оптимизация управления домашними ресурсами. Благодаря возможности удаленного доступа и управления, пользователи могут контролировать свои устройства и системы даже находясь вдали от дома.

Технология «Умного дома» в Беларуси и Китае активно развивается и применяется. Обе страны внедряют различные решения, которые позволяют управлять различными системами дома с помощью смартфона или голосовых команд. В Беларуси «Умный дом» становится все более популярным. Варианты автоматизации включают управление освещением, климатом, безопасностью, аудио-видео системами и домашним кино-театром, а также умные розетки и другие электроприборы.

Что касается Китая, он является одним из лидеров в области умного дома. Китайские компании предлагают разнообразные устройства и системы для умного дома. Они предлагают широкий спектр продуктов, включая умные колонки, умные светильники, умные замки, системы видеонаблюдения, умные розетки, системы контроля энергопотребления и многие другие. Китай активно инвестирует в развитие Интернета вещей и искусственного интеллекта, что способствует быстрому развитию умного дома.

Если проводить сравнительный анализ подробнее, можно выделить основные моменты:

1. Развитие инфраструктуры и доступность рынка:

В КНР рынок «Умного дома» активно развивается и имеет большие перспективы, в то время как в Беларуси рынок пока находится в начальной стадии развития.

КНР имеет более продвинутую инфраструктуру для «Умного дома», включая сети коммуникации, системы безопасности и интеграцию устройств, тогда как в Беларуси инфраструктура требует дальнейшего развития и модернизации.

2. Государственная поддержка и стимулирование:

В Китае существует активная государственная поддержка и регулирование развития технологии «Умный дом» с помощью инвестиций, налоговых льгот и разработки специальных программ, в то время как в Беларуси поддержка правительства ограничена и требует более активного внимания.

3. Применение и использование:

В КНР «Умный дом» широко применяется в различных сферах, включая жилищно-коммунальный сектор, коммерческие объекты, образовательные учреждения и т. д., в то время как в Беларуси его использование наиболее распространено в частном секторе.

В КНР большее внимание уделяется разработке и производству устройств «Умного дома», в то время как Беларусь больше акцентируется на установке и интеграции готовых решений.

4. Культурные и экологические факторы:

Культурные и экологические особенности КНР, такие как большая плотность населения и высокий уровень энергопотребления, создают дополнительные стимулы для использования технологии «Умный дом» для оптимизации потребления и повышения комфорта жизни.

В Беларуси такие факторы имеют менее значительное влияние, поскольку плотность населения и уровень энергопотребления не такие высокие.

Примерами использования технологии «Умный дом» в Беларуси и Китае являются:

1. Управление освещением.
2. Умный климат-контроль.
3. Безопасность.

4. Умные голосовые помощники.
5. Умные камеры и видеонаблюдение.
6. Умные замки и контроль доступа.
7. Умные системы управления энергопотреблением.

Различия в темпах развития и масштабах внедрения технологии «Умный дом» в Беларуси и Китае обусловлены экономическими, культурными и технологическими особенностями каждой страны. При этом Китай проявляет более активное стремление к масштабному внедрению и инновациям в этой области по сравнению с Беларусью, где этот процесс развивается менее интенсивно и на более небольшом масштабе.

Делая вывод, можно сказать, что и в Беларуси, и в Китае технология умного дома имеет потенциал для дальнейшего развития и инноваций. Каждая страна имеет свои особенности и предложения в этой области, и в будущем мы можем ожидать еще большего развития умных домов в обеих странах хоть и с разной скоростью.

УДК 62.531

**ДАТЧИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
РЕГУЛИРУЕМЫХ КООРДИНАТ В СИСТЕМЕ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЭЛЕКТРОБУСА**

Радкевич А. А.

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

***Summary.** The article deals with a problem of selecting and using electrical sensors for controlled coordinates measuring in the automatic control system of an urban electric bus traction asynchronous motor. Connection electrical schemes and technical characteristics of corresponding sensors model range for use in closed systems of variable-frequency electric drives of vehicles are presented. Recommendations for types selecting of required sensors in electric bus automatic control systems are presented.*

В системах автоматического управления (САУ) тяговыми электроприводами транспортных средств используется распространенная система прямого векторного частотного управления с ориентированием оси x синхронно вращающейся системы координат x - y вдоль вектора потоко-сцепления ротора Ψ_2 . Необходимость использования в такой системе обратной связи является инженерной задачей, требующей знания методики выбора датчиков и их совместимости с иными устройствами САУ. В данной работе сделан краткий обзор используемых датчиков и приведены методические указания по их выбору.

В системе тягового асинхронного электропривода электробуса используются датчик скорости (ДС), три датчика тока (ДТ) – на каждой фазе

электродвигателя, а также датчик напряжения (ДН) – в цепи частотного преобразователя, для контроля уровня заряда аккумуляторных батарей.

На тяговых двигателях электробусов в качестве ДС на валу устанавливается зубчатый венец на 256 зубьев, а число импульсов считывает датчик Холла для измерения вращения шестерни моделей типа 1GT, RPN, SR производства ANEST, AMS, HONEYWELL, MICRON, MURATA и других фирм, выполненных по технологии Single Hall Effect Sensor.

Их технические характеристики включают в себя рабочее напряжение от +12 до +24 В, номинальный выходной ток от 10 до 40 мА, температурный диапазон от –40 ...+150 °С и диапазон измерения частоты вращения от 10 до 4800 об/мин, что достаточно для большинства применяемых в электробусах тяговых электродвигателей во всех диапазонах регулирования их частоты вращения, включая работу выше номинальной скорости.

Общий вид и схема установки датчика Холла типа 1GT101DC изображена на рис. 1.

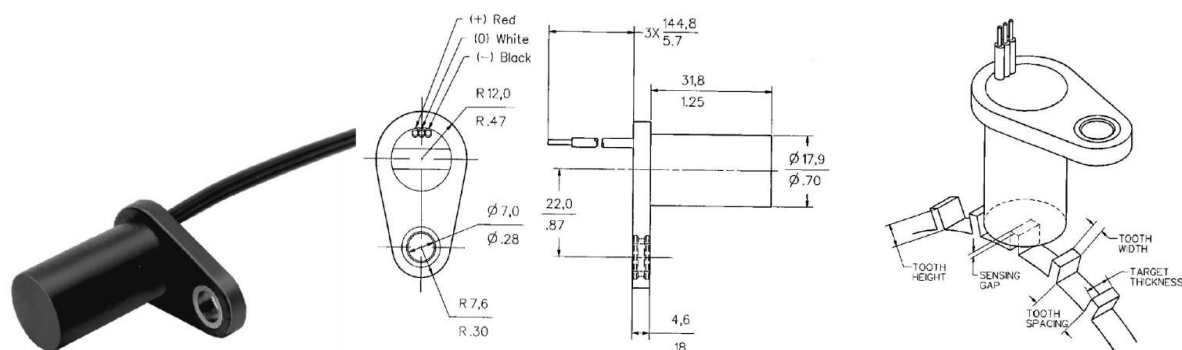


Рисунок 1 – Общий вид и расположение датчика Холла типа 1GT101DC

В качестве датчика тока применяют датчик на основе элемента Холла, который включается непосредственно в цепь измеряемого тока с гальванической развязкой силовой цепи и цепи управления. Датчики выполняются компенсационными с операционными усилителями и двухполярными с $\pm U_{П}$, по способу подключения измеряемого первичного тока – проводником печатной платы через отверстие в корпусе, с двухполярным выходным током. Датчик тока выбирается по соотношениям (1) и (2)

$$I_{PN} \geq I_H; \quad (1)$$

$$I_{PM} \geq I_H, \quad (2)$$

где I_{PN} – номинальный действующий первичный ток датчика, А; I_{PM} – диапазон измерения датчика, А; I_H – номинальный ток электродвигателя, А.

В тяговых асинхронных электроприводах широко применяются двунаправленные датчики тока с разомкнутым контуром на основе эффекта Холла производителей ALLEGRO, HONEYWELL, INFINEON, LEM и других с внешним двухполярным питанием постоянного тока $\pm 5 \dots 15$ В прямого усиления, номинальным током $\pm 100 \dots 600$ А, работающих в диапазоне $\pm 0 \dots 1800$ А измерения первичного тока.

Электрическая схема подключения датчика тока на основе элемента Холла типа НАТ-600-S показана на рис. 2.

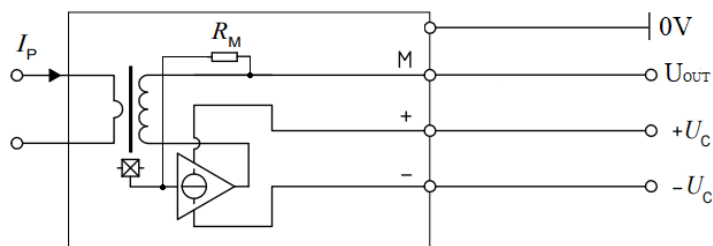


Рисунок 2 – Электрическая схема подключения датчика тока типа НАТ-600-S

В качестве ДН также используются датчики, работающие на основе эффекта Холла, однако данная величина не является регулируемой и показания датчика могут выводиться, к примеру, на панель индикации.

Исходя из вышеизложенного, для регулирования основных координат в САУ тяговыми электроприводами находят широкое применение датчики скорости и тока, выполненные по принципу эффекта Холла.

УДК 62.835

**МЕТОД ТЕПЛОВЫХ МОДЕЛЕЙ КАК АЛЬТЕРНАТИВА
КОСВЕННОМУ МЕТОДУ ЭКВИВАЛЕНТНОГО ТОКА ПРИ
ПРОВЕРКЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЭЛЕКТРОБУСА ПО
НАГРЕВУ**

Радкевич А. А.

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

***Summary.** The article deals with a method for testing the electric bus traction electric drive by using the thermal model method. The advantages and disadvantages of this method in comparison with the known and widely used methods of equivalent current and torque are shown. In conclusion it was said that the method is correct only with a sufficient amount of information.*

Проверка электродвигателя по нагреву определяется, в первую очередь, нагревостойкостью изоляционных материалов его обмоток. Сущность проверки двигателя по нагреву состоит в сопоставлении допустимой для него температуры с максимальной рабочей. Электродвигатель работает в допустимом тепловом режиме при соблюдении выражения (1).

$$\tau_{РАБ} < \tau_{ДОП}, \quad (1)$$

где $\tau_{РАБ}$ – максимальный перегрев двигателя при работе, с; $\tau_{ДОП}$ – допустимый перегрев двигателя, определяемый классом его изоляции, с.

Проверка условия (1) может выполняться прямым методом путем составления математической модели теплового режима двигателя на каждом участке нагрузочной диаграммы. Однако, для этого необходимо знать параметры теплоемкости, которые зачастую неизвестны или не определены. Поэтому используют косвенные методы проверки: методы эквивалентного момента и тока, которые основываются на расчете эквивалентных значений этих величин по нагрузочным диаграммам работы электропривода.

Альтернативой этому методу является метод тепловых моделей, описанный профессором Б. И. Фираго [1], который не требует построения нагрузочных диаграмм электропривода и расчета каждого участка на них. Сущность метода тепловых моделей основана на допущении представления двигателя однородным в тепловом отношении телом, равномерно нагреваемому по всему объему за счет потерь мощности ΔP и постоянной температурой окружающей среды.

Для такой модели уравнение теплового баланса выражается формулой:

$$\tau = \tau_y + (\tau_{\text{нач}} - \tau_y) \cdot e^{-\frac{t}{T_H}}, \quad (2)$$

где τ_y – установившееся значение температуры перегрева двигателя, °С; $\tau_{\text{нач}}$ – начальное значение температуры перегрева двигателя, °С; T_H – постоянная времени нагрева тела до установившейся температуры, с;

Постоянная времени нагрева с неизменной скоростью охлаждающего воздуха $\vartheta_{\text{охл}}$ для общепромышленных электродвигателей находится в диапазоне $T_H = (10 \dots 180)$ мин.

Для примера осуществим проверку тягового электродвигателя ТАД-155-04-БУ1, используемого в электробусе, описанным выше методом. Для ТАД-155-04-БУ1 значение T_H , согласно данным завода-изготовителя, равно 150 мин. Приведем одномассовую тепловую модель двигателя ТАД-155-04-БУ1 к двухмассовой тепловой модели нагрева ротора и статора. Рассчитав все необходимые параметры теплоемкости ротора и статора, зная габаритные размеры двигателя и марки используемых в нем металлов, запишем одномассовую тепловую модель электродвигателя (3) и двухмассовые тепловые модели статора и ротора (4), (5)

$$\tau = 168,17 + (40 - 168,17) \cdot e^{-\frac{t}{9000}}, \quad (3)$$

$$\tau_1 = 144,783 + (40 - 144,783) \cdot e^{-\frac{t}{9000}}, \quad (4)$$

$$\tau_2 = 156,2 + (40 - 156,2) \cdot e^{-\frac{t}{9000}}. \quad (5)$$

Построим графики кривых нагрева статора, ротора и электродвигателя ТАД-155-04-БУ1 на основании полученных уравнений тепловых моделей (3), (4) и (5), отображенные на рис. 1.

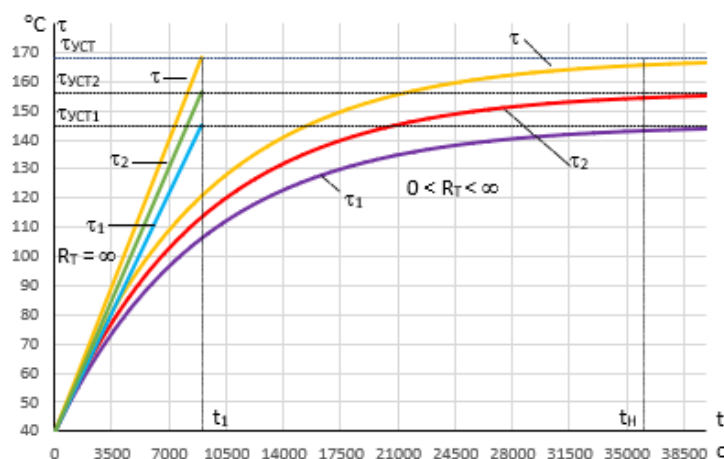


Рисунок 1 – Кривые нагрева одномассовой и двухмассовых моделей ТАД-155-04-БУ1

Из графиков кривых нагрева можно определить время полного нагрева электродвигателя t_H , которое определяется как 3...4 периода постоянной времени нагрева T_H , для ТАД-155-04-БУ1 t_H составляет 36 000 с, что необходимо сравнить со временем полного цикла работы двигателя.

Таким образом, метод тепловых моделей может быть использован как альтернатива другим косвенным методам проверки тягового электропривода по нагреву, но лишь в случае достаточной информации о контролируемых параметрах теплоемкости, постоянной времени нагрева и т. п.

Список использованных источников

1. Фираго Б. И. Теория электропривода: Учеб. пособие / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячич. – 2-е изд. – Минск.: Техноперспектива, 2007. – 585 с.

УДК 004.42, 658.51

ВЕБ-СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Савенко А. Г., Хотак С. А.

*Институт информационных технологий Белорусского государственного
университета информатики и радиоэлектроники*

e-mail: savenko@bsuir.by

Summary. *The paper presents a developed web system for automation and digitalization of the graduate work design process. The proposed solution simplifies all stages of the process, and also allows you to monitor the progress of thesis design through an electronic journal, right up to the defense of diploma projects.*

Процесс дипломного проектирования (ДП), с точки зрения его организации и последующего сопровождения, является сложной и трудоемкой задачей для ответственных лиц выпускающей кафедры. Анализ процессов организации и управления ДП выявило такие проблемы, как

децентрализация инструментов управления процессами и информации о ходе процессов, частая отстраненность тематик проектов от существующих потребностей и задач, решаемых в реальном секторе экономики. Использование ИКТ в процессе организации ДП также оказывает положительное влияние на повышение качества образовательного процесса.

Используя многолетний опыт организации процесса ДП, на кафедре информационных систем и технологий ИИТ БГУИР (являющейся выпускающей и обеспечивающей образовательный процесс почти для тысячи студентов по трем специальностям) разработана и внедрена веб-система для автоматизации и цифровизации процессов организации и сопровождения ДП (веб-система).

Разработанная веб-система имеет три уровня доступа: «студент», «преподаватель» и «администратор». Перед использованием веб-системы пользователи ролей «студент» и «преподаватель» должны пройти регистрацию, указать контактные данные, принять пользовательское соглашение и дать согласие на обработку персональных данных. Веб-система синхронизируется с базами данных деканата, отдела кадров и учебно-методического отдела, поэтому пройти регистрацию могут только студенты выпускного курса и преподаватели с оформленными трудовыми отношениями на выполнения педагогической нагрузки по дипломному проектированию. Пользователи роли «преподаватель» имеют различный статус, определяемый выполняемой педагогической нагрузкой: руководители ДП, консультанты от кафедры, нормоконтролеры, консультанты по технико-экономическому обоснованию, члены рабочих комиссий, секретари ГЭК.

Пользователями роли «администратор» являются ответственный за преддипломную практику (ПДП) и ДП и заведующий кафедрой.

При первом входе в веб-систему пользователи роли «студент» указывают место прохождения ПДП, в соответствии с направлением, имеют возможность выбора темы ДП или предложить свою, связанную с работой, научными исследованиями или хобби. После указания темы ДП, студенты имеют возможность ознакомиться со сферами научных интересов штатных преподавателей и выбрать одного из них в качестве руководителя ДП, или предложить для согласования внешнего специалиста из реального сектора экономики. При выборе руководителем штатного сотрудника ему отправляется запрос на руководство с отображением ФИО студента и выбранной им темы который он должен одобрить или отклонить в личном кабинете преподавателя. При этом преподавателю в его личном кабинете отображается количество уже принятых заявок и максимальное количество студентов-дипломников в соответствии с индивидуальным планом (принять больше заявок преподаватель не может). При выборе студентом внешнего руководителя ответственному за ДП формируется соответствующая заявка для верификации информации, которая может быть также одобрена или отклонена.

Весь процесс хода ДП начиная с корректировки темы студентом и/или преподавателем, аттестации прохождения ПДП, прохождения контрольных точек (опроцентовок), прохождения нормоконтроля и технико-экономического обоснования (с отметкой даты прохождения каждой попытки и статусом прохождения), прохождения предзащиты, т. е. рабочих комиссий (с указанием места, даты и времени прохождения) и заканчивая выбором удобной даты защиты ДП на ГЭК отображается в электронном журнале ДП (ЭЖДП) в личном кабинете студента. В режиме редактирования ЭЖДП студенту доступна корректировка темы ДП (до тех пор, пока руководитель окончательно утвердит тему) и выбор даты защиты ДП (только при успешном прохождении рабочих комиссий).

Аналогичный ЭЖДП доступен в режиме редактирования и пользователям роли «преподаватель», причем возможность редактирования определенных полей зависит от статуса преподавателя, определяемого его педагогической нагрузкой (например, только руководитель может корректировать и утверждать тему ДП, только нормоконтролер может выставлять статус прохождения нормоконтроля, члены рабочих комиссий выставлять статус предзащиты и т. д.).

Важнейшей функцией веб-системы является автоматическое назначение функций, задействованных преподавателей поименно для отдельных студентов, групп и т. д., назначение рецензентов, а также автоматическая генерация по заданным шаблонам отчетов о начале и окончании ПДП, проектов приказов об утверждении руководителей ПДП и тем и руководителей ДП.

Разработанная веб-система внедрена и размещена на серверах университета и используется в настоящее время для организации ПДП и ДП.

УДК 004

ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Спирина Е. В., Мамаева Ю. И.

Институт бизнеса Белорусского государственного университета

e-mail: spirina.kate23@gmail.com

Summary. *The purpose of this article is to conduct a comparative analysis of the use of digital innovations in the administration of information systems in China and Belarus. The study is based on an assessment of the current state and development of digital technologies in these countries, as well as an analysis of their application.*

Применение цифровых технологий в администрировании информационных систем позволяет улучшить эффективность работы, оптимизировать процессы принятия. Цель данной работы состоит в

сравнении использования цифровых инноваций в администрировании информационных систем в Китае и Республике Беларусь. Для достижения цели был проведен анализ литературы и сравнительный анализ.

Сравнительный анализ показал, что основные области применения включают: электронное правительство, цифровые платформы для предоставления государственных услуг и многие другие.

Развитие электронного правительства является одной из основных задач в обеих странах. В Китае была создана платформа «Mygov.cn», которая позволяет получать государственные услуги онлайн. В Республике Беларусь внедрены проекты, позволяющие гражданам получать электронные услуги через государственные порталы и мобильные приложения.

В Беларуси успешно реализованы несколько цифровых инноваций, таких как система электронного таможенного декларирования (ЕТД) и система электронного документооборота (СЭД). ЕТД была введена для упрощения и автоматизации процесса таможенного оформления. Она позволяет таможенникам и представителям грузополучателей подавать необходимые документы онлайн, что сокращает затраты на таможенные процедуры. СЭД была разработана для ускорения процесса обмена документами между государственными учреждениями и предприятиями. Она позволяет безопасно обмениваться электронными документами, ускоряя процессы делопроизводства.

Преимущества использования цифровых инноваций в администрировании информационных систем в Беларуси:

1. Упрощение и автоматизация процедур.
2. Снижение коррупции и возможности для злоупотреблений.

Недостатки использования цифровых инноваций в администрировании информационных систем в Беларуси:

1. Необходимость инвестирования в разработку и внедрение цифровых систем, что может потребовать значительных финансовых ресурсов.
2. Возможные проблемы с безопасностью и технических сбоев в работе систем.

Примеры успешной реализации цифровых инноваций в администрировании информационных систем в Китае включает систему «Счет социальной надобности» (система использует алгоритмы и большие данные для оценки социальных потребностей граждан и определения «счета социальной надобности») и систему электронного правительства (используется для улучшения административных процессов и связи с гражданами).

Преимущества использования цифровых инноваций в администрировании информационных систем в Китае:

1. Цифровые инновации позволяют автоматизировать повторяющиеся процессы и ускорить обработку данных.

2. Большие данные и аналитика позволяют правительству получать точную информацию.

Недостатки использования:

1. Цифровизация может повлечь угрозы в отношении конфиденциальности государственных данных.

2. Пожилые люди и люди с ограниченными возможностями, могут испытывать трудности в использовании цифровых услуг.

Сходства в использовании цифровых инноваций между Китаем и Беларусью включают:

1. Обе страны используют автоматизацию для сокращения бюрократии и улучшения предоставления услуг.

2. Китай и Беларусь разрабатывают и внедряют онлайн-платформы, которые позволяют гражданам получать услуги в электронной форме.

Есть различия в приоритетах использования инноваций в двух странах:

1. Китай имеет развитую техническую инфраструктуру, включая широкополосный доступ в Интернет, развертывание 5G сетей и развитие искусственного интеллекта. Беларусь также работает над развитием своей инфраструктуры, но отстает от Китая в этом аспекте.

2. Китай активно поддерживает развитие инноваций через политику и получает инвестиции от государства для развития информационных технологий. Беларусь также стремится привлекать инвестиции в развитие сектора информационных технологий, но ее поддержка не такая значительная как в Китае.

Мы сделали вывод, что обе страны активно внедряют цифровые инновации в администрирование информационных систем, благодаря чему обе страны показывают положительные результаты, и обладает большим потенциалом для совершенствования государственного управления и улучшения качества государственных услуг.

УДК 007.51

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ИЗМЕРЕНИЮ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ

Томашов В. С.

Брестский государственный технический университет

e-mail: e0006018@g.bstu.by

Summary. The article describes the principle of robotechnical complex for measuring soil acidity, examines the reason for the need for their interaction, and shows the benefits of their use.

В современном сельском хозяйстве, точное измерение кислотности почвы является важным фактором для оптимизации уровня удобрений и повышения урожайности. При несоответствии кислотности грунта у растений нарушается нормальный процесс питания и некоторые полезные

вещества и соединения не усваиваются или усваиваются крайне плохо, в результате чего они растут медленно и болеют. Кроме того, низкое значение «рН» может привести к тому, что многие микроэлементы, такие, как медь, цинк и бор могут оказаться для растений даже токсичными [1].

На сегодняшний день измерение кислотности почвы требует постоянного участия человека и использования специализированных инструментов и методов, а обработка данных производится в ручном режиме. Робототехнические комплексы (РТК) по измерению кислотности почвы позволяют автоматизировать процесс и снизить влияние человеческого фактора на результаты измерений. Однако для их работы необходимо разрабатывать специализированное программное обеспечение, которое должно обладать расширенной функциональностью, иметь удобный пользовательский интерфейс и удовлетворять потребностям современных аграрных предприятий.

В лаборатории промышленной робототехники БрГТУ для станций химизации разработано автоматизированное рабочее место химика на базе РТК (рис. 1). Разработано специализированное программное обеспечение для данного РТК, обеспечивающее выполнение следующих функций: управление режимами работы; отправка сигналов и команд для робота, получение результатов выполнения команд; отправка сигналов и команд для получения данных с измерительного прибора; отображение текущих значений измерений; сохранение и открытие ранее сохраненных данных; экспорт данных в отчет в формате .xlsx.

Предложен вариант использования дополнительного специального программного обеспечения ModBus для коммуникации между компьютером и роботом. Представлена концепция драйвера для установки соединения и обмена данными между компьютером и измерительным прибором. Благодаря специальному фреймворку Avalonia разработанное программное обеспечение является кроссплатформенным. Интерфейс разработанного приложения представлен на рис. 2.

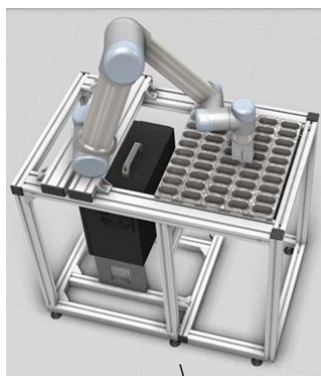


Рисунок 1 – Внешний вид робототехнического комплекса

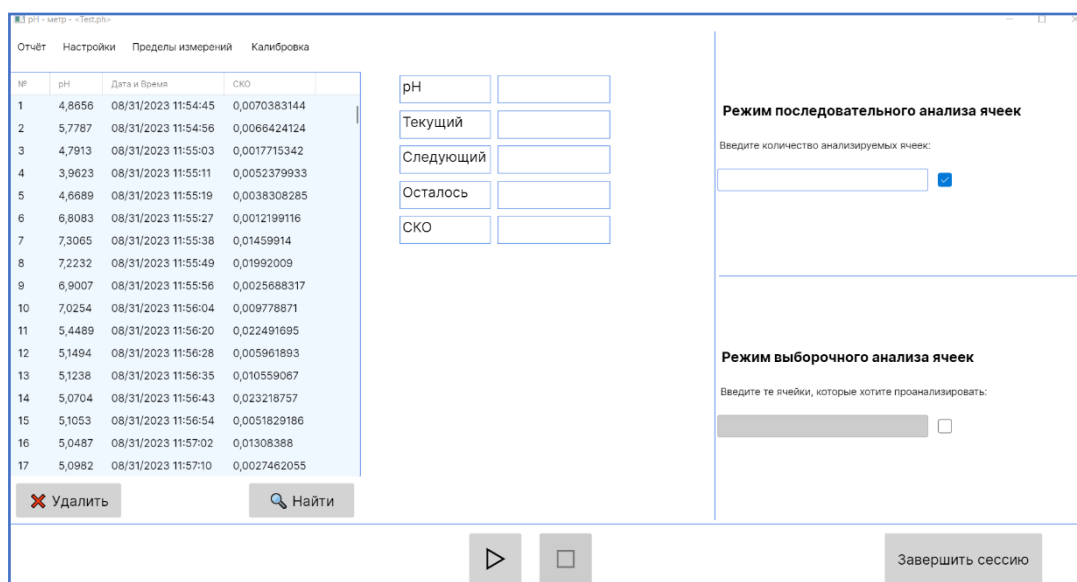


Рисунок 2 – Интерфейс взаимодействия пользователя с РТК

РТК позволяет проводить измерение кислотности почвы в соответствии с установленными ГОСТами. Его высокая производительность в 600 образцов почвы в смену позволяет значительно увеличить эффективность работы и снизить влияние человеческого фактора на результаты измерений. Такой подход позволит оптимизировать процесс измерения кислотности почвы и повысить урожайность на аграрных предприятиях.

Список используемых источников

1. Влияние кислотности почвы на растения. Способы нейтрализации высокой кислотности почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrostory.com/info-centre/knowledge-lab/vliyanie-kislotnosti-pochvy-na-rasteniya-sposoby-neytralizatsii-vysokoy-kislotnosti-pochvy/>. – Дата доступа: 01.10.2023.

УДК 658.5.012.2

AUTOMATED INVENTORY MANAGEMENT

Хурса А. С.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: alinakhursa02@gmail.com

Summary. *Inventory management is one of the accounting activities regarding ordering, storing, using and selling a company's inventory. It is carried out by a company in order to avoid the risk of material shortage at the moment when they are needed. A common problem faced by supply chain managers is the lack of a sufficient number of components in stock for the needs of production, which leads to downtime in production and delays in the delivery of goods to customers [1].*

This article describes a software package designed to automate inventory management in a warehouse. The artificial intelligence-based technological

system tracks the actual amount of inventory, and in case this amount reaches critical level, the above-mentioned software generates a notification to the manager or/and an automatic order to the supplier [2]. The proposed software is an additional tool for supply chain managers that will help to control stocks and ensure the smooth operation of production.

Inventory management is one of the key aspects of running a business. Controlling inventory levels is an important performance indicator, especially with regard to achieving a high level of customer service [3]. Lack of materials leads to staff downtime and unused inventory, lost delivery time, delayed shipments to the customer, and therefore additional monetary losses.

The purpose of the research work is to address the effectiveness of software, specially developed for inventory management, in solving the problem regarding management of materials in stock. It is assumed that the software based on AI technologies, with incoming values of the minimum stock level and the maximum stock level, will meet the manufacturing demands by providing necessary components at the right time and in the right amount [4]. To test the ability of the system to perform its main function in real conditions, feeding data for the process of AI algorithms training for detecting and classifying the necessary objects in the video stream were provided.

As far as the min-max method is concerned, it is a simple way to optimize warehouse performance by calculating the minimum/maximum quantity of each stored item. The min/max calculation method means that when the physical quantity of goods in the warehouse reaches the threshold minimum quantity of goods, otherwise called the order point, an order will be formed, which will lead to the fact that the quantity of goods reaches the set maximum value. Supply manager calculates safety stock, minimum inventory and maximum inventory beforehand, the technological solution described above takes these values, track stock levels in real time and notifies supply chain management when the amount of material on the shelf reaches the declared critical value in order to meet the need for the supply of specific goods in a timely manner [5].

The benefits of appropriate inventory control that come as a result of integrating AI algorithms into a video surveillance system helps to avoid incidents where, due to delays in manual registration of the status of an inventory item, a shortage of material is detected at the moment when it is needed and in the full amount that is required.

References

1. Mikhailov A. A. Logistics. Study guide /A. A. Mikhailov. – Novocherkassk: SUSU, 2008. – 284 p.
2. Dybskaya V. V. Logistics / V. V. Dybskaya [and etc.]. – M.: Eksmo, 2008. – 944 p.
3. Gordon, M. P. Logistics and distribution / M. P. Gordon. – M.: Economics and marketing centre, 2002. – 168 p.
4. Romanov A. N. Basics of automated management systems /A. N. Romanov, G. A. Frolov. – Moscow, 2005. – 210 p.
5. Gaifullin B. N. Automation of management systems standard ERP-MRP II /B. N. Gaifullin. – Interface-Press, 2002. – 85 p.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ QR-КОДОВ В МАРКЕТИНГЕ БЕЛАРСИ И КИТАЯ

Шестак А. В.

Институт бизнеса БГУ, Минск, Беларусь,
e-mail: annashestak28@gmail.com

Summary. Currently, the use of QR codes is becoming increasingly popular due to the active development of mobile technologies and information systems. Modern society sets itself the task of finding, receiving and using information in the fastest, most convenient and safe way, using a system of encoding and decoding.

QR-код – двумерный штрихкод, который отличается от обычного количеством закодированной информации и быстротой считывания. Его можно назвать гиперссылкой, соединяющей офлайн- и онлайн-мир: достаточно отсканировать код камерой смартфона, чтобы попасть на страницу товара или услуги. QR-код состоит из черных квадратов, расположенных в квадратной сетке на белом фоне, которые считываются с помощью устройств обработки изображений.

Наибольшую популярность QR-коды приобрели после появления смартфонов. Специалисты, взаимодействующие с рекламой, сразу заметили рекламный потенциал данной технологии. Маркетологи используют их повсеместно: в наружной рекламе, в печатных СМИ, в онлайн – в любых маркетинговых материалах. QR-коды предоставляют дополнительную информацию о продукте или услуге, и она быстро поступает на устройство пользователя [1].

Существуют некоторые рекомендации, которые следует использовать при построении маркетинговой стратегии на основе QR:

- QR-код должен быть достаточно размера, чтобы его было легко сканировать;
- помещать QR-код следует в подходящие и удобные места;
- указывать дополнительную информацию под QR-кодом;
- добавлять призыв к действию в свой QR-код, чтобы побудить клиентов сканировать [2].

Рассмотрим подробнее примеры использования QR-кодов в маркетинге [3].

1. Вести клиентов на целевую страницу и веб-сайт.
2. Отправлять клиентов на страницы социальных сетей.
3. Приглашение людей на мероприятие.
4. Использование в визитках.
5. Оплата покупок.
6. Дополнительная информация о товаре или услуге.
7. Возможность оставить отзыв о продукте или услуге.

С каждым днем все больше заведений Беларуси начинают использовать QR-коды. Наиболее распространенными являются электронные меню, билеты и виртуальные экскурсии. Электронное меню. Рассмотрим применение QR-кодов в сети ресторанов «Хинкальня» [4].

QR-меню – это новый формат меню в кафе и ресторанах, доступный по QR-коду. Обычно QR-меню размещают в виде наклейки или карточки на столах заведения. Минская сеть ресторанов грузинской кухни «Хинкальня» подключилась к сервису QR-меню 26 ноября 2020 г. Гости заведения уже привыкают к наличию QR-меню и охотно его используют. Самые популярные функции сервиса:

- просмотр карточек блюд;
- навигация по категориям блюд;
- нажатие кнопок «Выбрать блюдо».

В последнее время у нас в стране QR-коды все чаще используются для осуществления платежей. В Беларуси несколько сервисов представляют такую услугу. Например, продукт, разработанный НКФО «ЕРИП» называется E-POS. Подключиться к нему может любой предприниматель, после чего он получит возможность принимать безналичную оплату от клиентов с помощью QR-кодов [5].

Ни в одной европейской стране нет ничего похожего на разнообразие и широту QR-платежей, справок, прочих сервисов. По данным iResearch, китайцы в 2016 году перечислили с мобильных устройств примерно \$5,5 трлн. Тогда это было примерно в 50 раз больше, чем в США. Во многом бум мобильных платежей в Китае связывают с QR-кодами. Многие страны пытаются перенять этот опыт и сделать похожее у себя. Но ни на Западе, ни в соседних азиатских странах, даже на родине QR-кодов, в Японии, настолько мощным платежным и маркетинговым инструментом они так и не стали.

Что же на это повлияло?

Высокий процент «мобилизации» пользователей интернета. Уже в 2011 году более 627 млн китайцев пользовались сотовыми. А дальше появление мобильной социальной сети WeChat и торговой сети Alibaba Group, которые активно использовали систему QR-кодов [6].

В Китае мобильные платежи стоят на повестке дня. Каждый день миллионы транзакций совершаются через приложение Alipay. Опция «Сканирование» позволяет нам сканировать QR-код, например, в ресторане или магазине.

Затем, вводя пароль, мы утверждаем сумму, которую мы должны заплатить. Она взимается непосредственно с платежной карты, связанной с Alipay.

В свою очередь, опция «оплата» приведет к отображению штрих-кода на экране смартфона. Ресторан, оборудованный сканирует наш код и автоматически получает деньги со счета. Приложение очень интуитивно понятное и простое в использовании, а главное сокращает время оплаты.

Также эту функцию начали внедрять в искусство. Так в музее, расположенном в Сучжоу на выставке каллиграфических и живописных работ, рядом с картинами размещены таблички с QR-кодами.

Посетители выставки после сканирования кода получили электронную версию работы в высоком разрешении и полное описание изображения [7].

Список использованных источников

1. Особенности использования QR-кодов в рекламных кампаниях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itvolga.com/blog/qr-codes-reklama>. – Дата доступа: 03.11.2023.

2. QR-коды в маркетинге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://marketing-course.ru/qr-kody-marketing/>. – Дата доступа: 03.11.2023.

3. Как использовать QR-коды для маркетинговой стратегии и рекламы на мобильных устройствах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.byyd.me/ru/blog/2020/04/8-uses-of-qr-codes/>. – Дата доступа: 03.11.2023.

4. Хинкальня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hinkalnaia.by/>. – Дата доступа: 03.11.2023.

5. QR-код и финансы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fingramota.by/ru/guide/cashless-payments/qr-code>. – Дата доступа: 03.11.2023.

6. QR-революция в Китае уже произошла. Россия следующая? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.e-xecutive.ru/management/marketing/1989999-qr-revolutsiya-v-kitae-uzhe-proizoshla-rossiya-sleduouschaya>. – Дата доступа: 03.11.2023.

7. QR-коды в Китае. Как использовать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.china-business-connect.ru/qr-kody-kitae.htm>. – Дата доступа: 03.11.2023.

УДК 004.415.2.031.43

REALIZING REAL-TIME VIDEO CONFERENCING SYSTEM BASED ON WEBRTC AND P2P ALGORITHM

He Runhai, Cheng Yindong, Zhang Zhenxing, Zhou Quanhua

Belarusian State University

e-mail: herunhai.by@gmail.com

***Summary.** This paper presents a solution for realizing a real-time video conferencing system, which utilizes WebRTC technology and P2P algorithm to establish a distributed topology that reduces the burden on servers and allows direct communication between nodes. The ABR algorithm is used to adjust the video bit rate to adapt to different network conditions. In addition, optimization strategies such as bandwidth adaption, data caching and packet loss retransmission are applied to improve video transmission quality.*

Real-time video conferencing is a form of remote collaboration and communication that utilizes computer network technology to allow participants to engage in real-time voice and video communications across geographic locations. The origins of real-time video conferencing can be traced back to the 1980s, when videoconferencing technology mainly used Integrated Services Digital Network for transmission [1].

This paper studies the development of a real-time video conferencing system based on WebRTC technology and P2P algorithms, and combines ABR algorithms, bandwidth adaptation, data caching and packet loss retransmission and other optimization strategies to achieve the purpose of improving the efficiency and quality of remote collaboration and communication, and realizing a more stable and real-time video conferencing system.

Regarding the general development of real-time video conferencing system, the mobile client of this system is developed using Android technology, using html, js, css to develop the pages, and the back-end is developed using Java SpringBoot and WebRTC frameworks, combined with P2P technology to realize the transmission of audio and video, so as to realize video conferencing and voice calls. WebRTC (Web Real Time Communications) is a standard that enables real-time peer-to-peer communication and media data exchange in browsers, eliminating the need to download and install extra applications or add-ons [2]. A peer-to-peer (P2P) network is a type of network in which each participant (or "peer") can act as both a client and a server, allowing them to share resources and information directly with one another without the need for a central server [3]. The advantages of using WebRTC technology and P2P algorithm are:

1. P2P architecture reduces the burden on the server: WebRTC technology and P2P algorithm use a peer-to-peer (P2P) architecture, which avoids the problem of a single point of failure of the centralized server architecture in the traditional C/S model. At the same time, since the video streaming data is transmitted directly from point to point, the burden on the server can be reduced.

2. WebRTC technology and P2P algorithm-based solutions use real-time communication protocols, the video streaming transmission speed is faster, and can provide higher real-time and lower latency.

3. Better network adaptability: WebRTC technology and P2P algorithm use algorithms such as ABR and BBR, which can be adapted to the current network bandwidth and latency. WebRTC technology and P2P algorithms adopt algorithms such as ABR and BBR, which can automatically adjust the bit rate and frame rate of the video according to the current network bandwidth and latency to ensure smooth to ensure smooth video playback and good user experience.

During the development of the system, the critical parts include the creation of P2P connections and the processing of audio and video. The SDP protocol is crucial in creating P2P connections. The whole process includes obtaining local media streams, creating RTCPeerConnection object, adding media streams, sending signaling, processing remote user's signaling, accepting Answer SDP and setting remote description, thus completing the establishment of P2P connection.

The audio and video capture phase use the Camera API and MediaRecorder API of the Android system to capture the data from the camera and microphone, and then uses the MediaCodec API to encode this data in formats such as H264 and VP8. These encoded audio and video data are transmitted over the WebRTC data channel and real-time video transmission is performed using the RTP/RTCP protocol. The audio and video playback use the MediaPlayer API of the Android

system, which allows the decoded audio and video data to be output to the screen or speakers. For video playback, the system uses a UDP-based Adaptive Bitrate algorithm, which dynamically adjusts the bitrate of the video according to the network conditions to ensure smooth and high-quality playback. The control of audio and video is coordinated by a signaling server that coordinates the audio and video transmission among the clients. For example, in a multi-participant conference, it is necessary to control the reception and transmission of each participant's audio and video streams to ensure the quality and stability of the conference.

The results of the research show that the solution can achieve faster, more stable and real-time video transmission and communication results under good network environment or unstable conditions. Compared with the traditional centralized video conferencing solution, this solution has better scalability and robustness, and can meet a wider range of application requirements.

References

1. Wang Yuanjing. An introduction to the advantages and disadvantages of WebRTC in new media live video distribution[J]. Modern TV Technology. 2022. Vol. 33(09). P. 146–148.
2. What is WebRTC. [Electronic resource]. – Access mode: <https://trueconf.com/webrtc.html>.
3. Peer to Peer Networks. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.tutorialspoint.com/peer-to-peer-networks>.

УДК 004

ANALYSIS OF ACCELEROMETER SIGNALS IN HUMAN PHYSICAL ACTIVITIES

Li Hao

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
e-mail: lhsself@163.com*

Summary. *This paper examines accelerometer signals related to physical activity. It involves a meticulous analysis of acquired data during the preprocessing stage and utilizes a range of indicators to determine the most suitable data management parameters. This data analysis plays a pivotal role in preprocessing human sensor data, as selecting appropriate parameters can significantly enhance the accuracy of activity prediction.*

The algorithm for the proposed model was developed using the Sisfall public dataset, a unique resource containing 15 predefined falls and 19 activities of daily living (ADLs) performed by 38 subjects, all equipped with waist-mounted sensors. The dataset is notable for its tailored inclusion of ADL activities, such as walking, jogging, sitting, and standing, specifically designed for older adults. With a sampling frequency of 200 Hz, the dataset covers subjects aged 19 to 75 and employs accelerometers at the waist for data collection.

Since the accelerometer data results will seriously affect the recognition quality, the accelerometer data is selected for analysis and preprocessing during data processing. Figure 1 shows an example of the fall and 3-axis acceleration curves of the ADL recorded in the Sisfall dataset. Fig. 1, *a* is the fall acceleration data, and fig. 1, *b* is the daily life acceleration data.

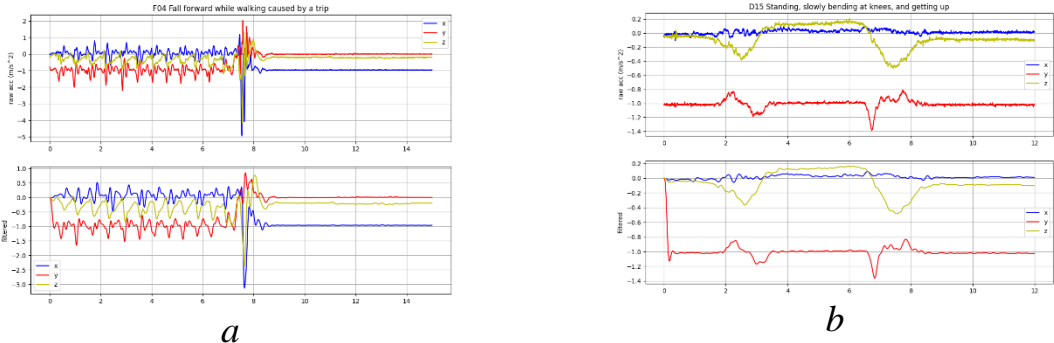


Figure 1 – Fall and ADL acceleration data

In order to analyze and determine the cutoff frequency and the best filter selection criteria, I selected multiple metrics to determine and the final preprocessing stage consists of a fourth-order Butterworth low-pass filter with a cutoff frequency of 5 Hz.

After comparing and analyzing multiple criteria, this paper selects the energy ratio as the best indicator for selecting the cutoff frequency, as shown in the following fig. 2:

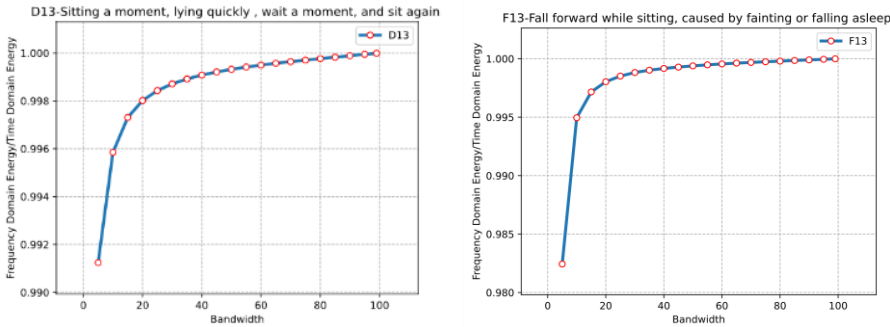


Figure 2 – The curve graph of the energy ratio of Fall and ADL

At the same time, the choice of our filter is also very important, in digital signal processing, especially accelerometer data processing there are multiple filters for us to choose from, such as Bessel, Chebyshev and Butterworth filters, and the order of the filter also affects the quality of the filtered data. After testing, we select MSE indicators, signal-to-noise ratio and energy indicators to select the type and order of filters.

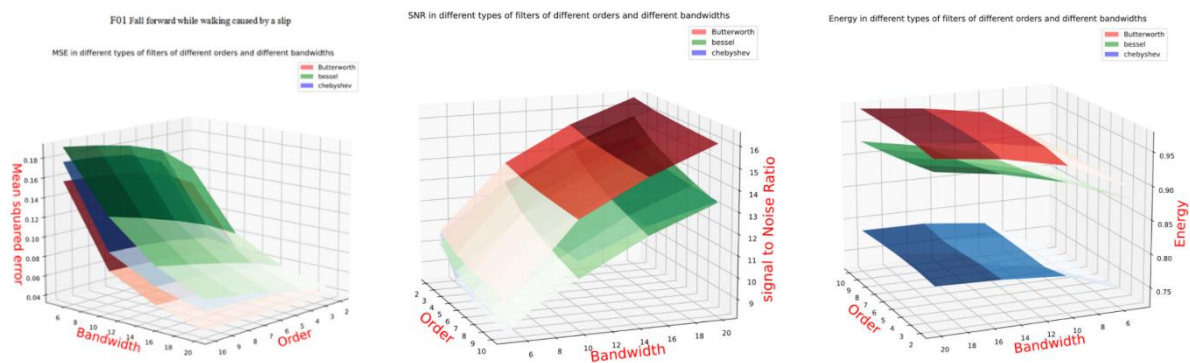


Figure 3 – Comparison of different metrics of different filters under different orders and different bandwidths of Fall

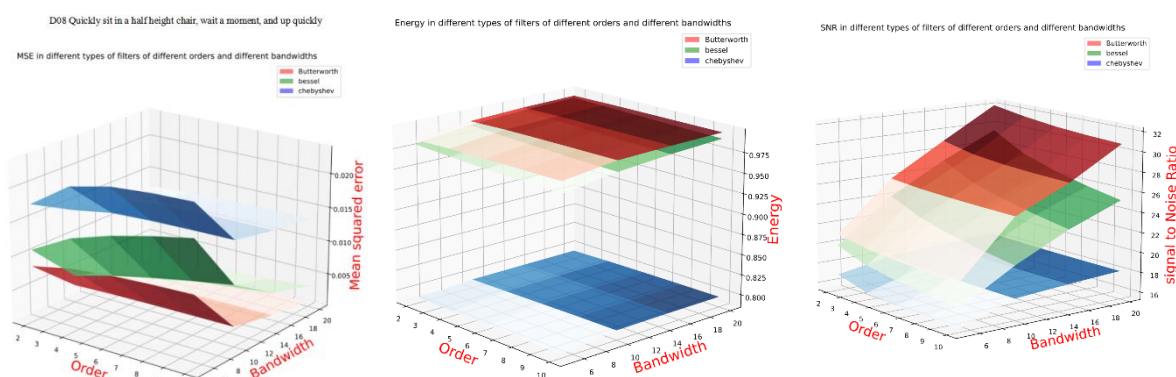


Figure 4 – Comparison of different metrics of different filters under different orders and different bandwidths of ADLs

From fig. 3 and fig. 4, we can see that the Butterworth filter is always optimal under different metrics and different parameters. So we chose the Butterworth filter as the best filter for the data preprocessing stage.

УДК 338

MULTIPLE SENSORS

Li Hao, Kaiyu Wang, Jun Ma, Xunhuan Ren

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

e-mail: lhself@163.com

Summary. The paper discusses an advanced human fall detection algorithm that utilizes data from multiple sensors, specifically acceleration sensors and video sensors, to enhance fall risk management for high-risk groups like the elderly and those with limited mobility. The key innovation in this research is the integration of multiple sensors, which enhances the accuracy and reliability in differentiating between genuine falls and non-fall activities. This advancement significantly enhances the safety of individuals who are at a high risk of falling.

Due to the impact of global pandemics and the aging population issue, fall injuries have become a primary cause of accidental harm for both underlying patients and the elderly. While many video sensors and acceleration sensors have

been used to detect human falls, most of them rely on transmitting sensed video or sensor data over the network to cloud servers, where complex computations are performed. However, the emphasis in fall detection algorithms lies in real-time responsiveness and accuracy, and many existing algorithms prioritize accuracy while neglecting the crucial factor of real-time responsiveness.

In recent years, people have invented many devices to detect and report instances of people falling. These devices can be broadly categorized into wearable systems and image recognition systems. Wearable devices can sometimes be inconvenient to wear and require charging. Depending on the placement and usage conditions, these devices may exhibit non-uniform accuracy. Because fall detection involves significant computation, image recognition systems must transmit images or videos to cloud computing platforms, which may lead to privacy concerns.

To develop the algorithm for the proposed model, the Sisfall public dataset was used. The Sisfall dataset comprises 15 instances of falls and 19 instances of Activities of Daily Living (ADL) performed by 38 subjects with sensors attached to their waist. Among other publicly available datasets, Sisfall stands out because it includes pre-staged falls and daily life activities (ADL) of elderly individuals. We use threshold selection based on boxplot to select the best threshold from multiple features. After experiments (table 1), we select Norm_hori (acceleration on the horizontal plane), Norm_xyz (total acceleration), and angle as threshold features.

Table 1 – The accuracy of fall detection based on threshold

Threshold features	Sensitivity	specificity	accuracy	Unidentified
Norm_hori	88 %	97.46 %	92.85 %	0
Norm_xyz	53.33 %	97.46 %	75.97 %	0.00 %
Norm_hori + Norm_xyz	48 %	97.46 %	73.37 %	22.08 %
Norm_hori + angle	88 %	97.46 %	92.85 %	2.50 %
Norm_xyz + angle	53.33 %	97.46 %	75.97 %	20.77 %
Norm_hori Norm_xyz + angle	93.33 %	97.46 %	95.45 %	1.30 %
Norm_z + Norm_zhori	100 %	5.06 %	51.29 %	0.00 %

We first choose the time window of the unknown time series for sensor data analysis, optimize the posture estimation model for faster human target detection and joint point reasoning. We use human posture joint point image data and integrate it with existing fall models to identify falls. The human fall detection models are divided into 8 categories: walking (standing), running, sitting down, squatting, falling to the right, falling to the left, falling backward, and falling forward, as shown in fig. 1. When any of the four falling categories occur (falling to the right, falling to the left, falling backward, or falling forward), the device detects a fall.

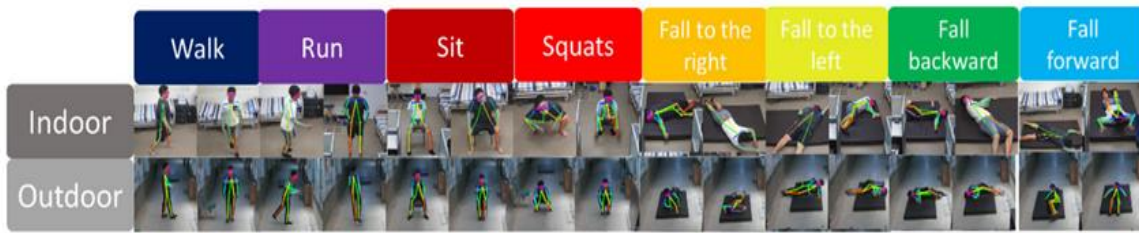


Figure 1 – Fall action display

When testing videos, this article first tests a single person on a monotonous background, as shown in fig. 2. the algorithm in this paper can clearly identify the state of the person being detected at the time of detection under a monotonous background, and promptly mark the fall status in red before uploading.

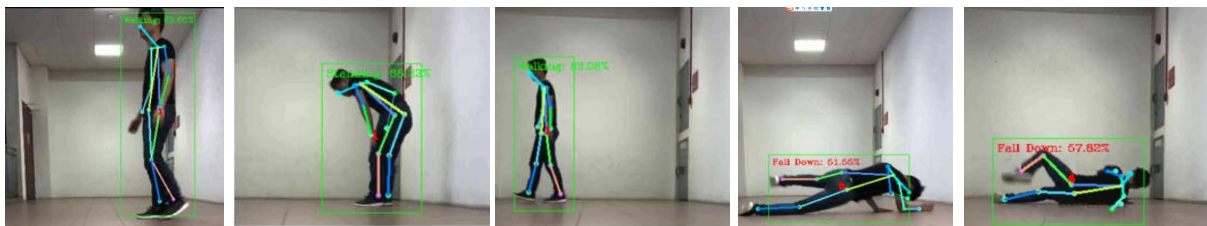


Figure 2 – Fall detection results based on video sensors

The population is aging seriously, and the number of elderly people living alone is increasing. In order to improve the behavioral safety of the elderly and basic patients when they live at home and move alone, this article proposes a fall behavior detection algorithm based on multiple sensors. This algorithm combines the optimization and acceleration of the video sensor human detection model and human posture detection model by analyzing sensor acceleration data, and uses human posture data to build a fall detection algorithm. This algorithm makes the response mechanism after a fall more efficient. At the same time, the experimental results show that the detection algorithm has high real-time performance and accuracy, and can quickly detect the fall behavior of the detected person online.

УДК 658.7

STUDY ON THE TREND OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE LOGISTICS INDUSTRY

Li Yuyan

Belarusian State University

e-mail: iamyyanplus@gmail.com

Summary. *The digital transformation of the logistics industry cannot be postponed as the scale of the digital economy grows. This paper proposes ten innovative trends based on this.*

Digital transformation is a comprehensive transformation and upgrading of processes, organizations, business models, and other aspects of the enterprise, and

the transformation process will bring the challenges of organizational change and the enhancement of personnel quality, structure, and digital capabilities [1].

In China's Outline of Vision 2035, 19 references are made to the role and positioning of logistics and modern logistics in the vision. Based on the feedback from more than 150 enterprises in China, more than 70 % of the surveyed enterprises indicated that they have already formulated digital transformation plans and started digital transformation work. However, most enterprises are in the early stages of transformation; more than 42 % of the surveyed enterprises are in the implementation stage of the digital transformation of "warehousing, transport, distribution" and other main businesses, or a single scenario, and still need a lot of resources to promote the completion of the digital transformation [2].

During the digital transformation process, enterprises combine their own digital transformation strategies, as well as actively apply cloud services, big data, unmanned equipment, and other mature digital technologies and products. Among them, cloud services play an important role in many scenarios of logistics digitization and have become an important tool to help enterprises complete digital transformation, with more than 50 % of the surveyed enterprises giving feedback on the application of different types of cloud products, such as public cloud, private cloud, and hybrid cloud.

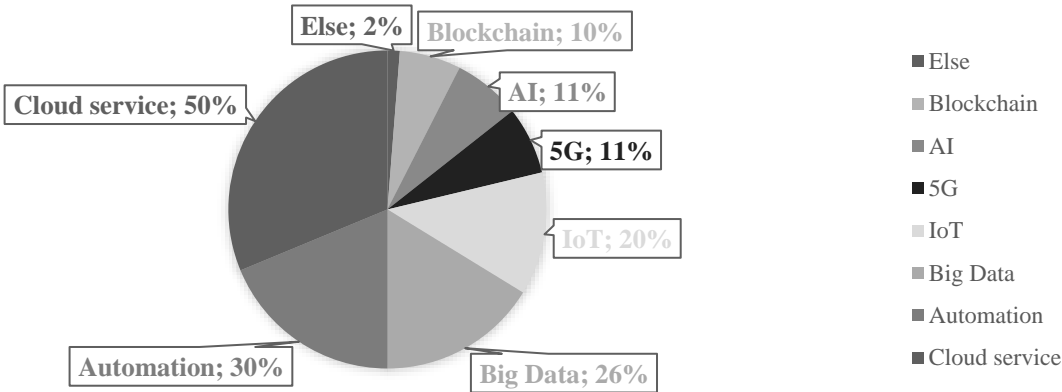


Figure 1 – Technology applications for digital transformation in the logistics industry

As advanced technology becomes more widely available, we will see a trend toward digital innovation in the logistics industry in the future.

1. Third generation identification technology represented by RFID ushers in commercial scale.
2. Unmanned technology breeds the next logistics market.
3. Hydrogen energy will transform mainline logistics.
4. Supply chain digitisation is becoming standard feature of industrial Internet.
5. XR and augmented reality make frontline workers work more efficiently.
6. LPWAN technology widely connects logistics elements.
7. Logistics technology enters the era of green packaging.
8. Logistics will become an important scenario for AI technology.

9. The whole logistics chain realizes online collaboration.
10. The automation rate of rural outlets has increased dramatically.

References

1. Li Yuyan. Innovative development of distribution logistics under digital transformation. Institute of Business BSU. – Minsk: 2023. – C. 438–441.
2. Li Yuyan. The construction of a logistics system under digital transformation. BSU. – Minsk: 2023. – C. 220–222.

УДК 004.8

AN IMPROVED LBP ALGORITHM IN FACE RECOGNITION

Wang KaiYu, Li Hao

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

e-mail: wkyaixuexi@163.com, lhsself@163.com

Summary. *Local Binary Pattern (LBP) is an algorithm that can be effectively used for face description and has made great contributions to research in the field of face recognition. This article introduces an improved LBP algorithm.*

The main purpose of LBP is to provide a simple and effective method to capture local texture information of images. It does this by comparing the intensity values of each pixel in the image with its neighbor pixels and generating a binary code based on the comparison. LBP has the advantages of high computational efficiency, strong robustness, and invariance to rotation changes, so it has been widely used in the fields of computer vision and image processing. In subsequent research, the LBP algorithm was expanded and improved to cope with different types of tasks and application scenarios, such as facial recognition, action recognition, and scene classification. This article introduces an improved LBP algorithm for face recognition.

The traditional LBP algorithm directly calculates the center pixel value as the threshold value, which only considers the influence of the center pixel, and it is easy to obliterate the details when the center pixel value is too large or too small. Therefore, this paper proposes an improved LBP algorithm that considers the effects of both the center pixel value and the neighbor pixel value. Specifically, the method calculates the neighborhood. If C is within the limit, the center pixel value is selected as the threshold value and the LBP value is calculated, which fully considers the role of the center pixel value and the neighboring pixel value, and effectively removes the influence of the center pixel value that is too large or too small on the image feature extraction and more accurately describes the local image features; otherwise, the median value of the neighboring pixel and the center pixel is selected as the threshold value, and a comparison is made to reduce the influence of the noise points. comparison is made to reduce the influence of noise points. The specific process is as follows.

1. Construct a 3-pixel \times 3-pixel window and calculate the sum of squares C of the difference between the neighboring pixel value and the center pixel value in the window, denoted by

$$C = \sum_{p=1}^8 (g_p - g_{i,j})^2, \quad (1)$$

where: g_p is the neighborhood pixel value; $g_{i,j}$ is the center pixel value.

2. Set the limit value of C as W , judge the size of C and W . If $C \leq W$, select the center pixel value as the threshold value and calculate the LBP value, i. e., use Equation (1) to calculate the LBP value; when $C > W$, select the median of the 9 pixel values as the threshold value and calculate the LBP value, expressed as

$$LBP(x_i, y_i) = \sum_{p=1}^p s(x)2^{p-1}s(x) = \begin{cases} 1, & g_p - g_M \geq 0 \\ 0, & g_p - g_M < 0 \end{cases} \quad (2)$$

where: x_i, y_i is the neighboring pixel point; g_p is the neighboring point pixel value; g_M is the median of 9 pixel values; $s(x)$ is the binary function, LBP is better robust to local area illumination, and after many experiments, the recognition rate is higher when W is 200.

3. Calculate the LBP value in step.

4. To get the LBP feature image.

5. Count the number of times the LBP value appears, and get the LBP histogram.

Comparative verification of the LBP algorithm before and after the improvement is performed using the Yale face database. The Yale face database has 15 people with 11 images each, and the image size is 100 \times 100 pixels. The experiments change the number of each person in the training samples (from 3 to 10), and the rest are used as the test samples to compare the recognition of the LBP algorithm before and after the improvement.

YDK 338

RESEARCH AND APPLICATION OF MICROWAVE MOISTURE SENSOR INFORMATION COLLECTION SYSTEM

Wang Shuhao

Qingdao Agricultural University

e-mail: shuhaow@163.com

Summary. *Methods for determining moisture content can be divided into two types: direct measurement and indirect measurement. Among indirect measurements, nuclear magnetic resonance, infrared radiation and radio waves are the most commonly used measurement methods. At microwave frequencies, moisture will be polarized and oscillate, and the transmitted microwaves will be scattered, projected, reflected, etc. Therefore, the moisture content of crops such as grain can be determined from measured parameters.*

Destructive methods are used to detect grain moisture content because the main body of grain must be physically crushed or the organic composition of the crop itself must be changed during the detection process. The method of non-

destructive detection of crop water content is to measure crop water content by detecting some characteristic parameters closely related to water content without destroying its own structure, and the speed is faster.[1]

The microwave method uses characteristics such as voltage attenuation and phase changes caused by microwaves penetrating the object to be measured to measure the moisture content of crops. Crops with different moisture contents have specific microwave losses and phase offsets. The functional relationship between the dielectric constant and crop parameters is related, and related parameters such as frequency, phase, voltage, and energy before and after microwave penetration are analyzed, so as to By calculating the dielectric constant of the crop, the moisture content of the object to be measured can be obtained. Microwave detection is more accurate, can perform real-time non-destructive testing, and has high stability. It can carry out repeatable experiments and other advantages, but some measuring instruments are more expensive.

The dielectric constant of dry grains is generally 2.5~4.5. Compared with the dielectric constants of proteins, starches and other substances in grains, the dielectric constant of water is 78.5. Therefore, there is a huge difference in the dielectric constants of water and other substances in grains. The radio frequency dielectric method makes it relatively easy to measure the moisture content of grains. The dielectric properties of grains are also used in other aspects of agriculture, such as preservation and freezing of fresh corn, dielectric sorting of seeds, and quality identification of fruits and vegetables.

The dielectric property of grain is the interaction between the external electric field and grain. The complex dielectric constant $\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon''$ is often used to describe the dielectric property of grain, where ε' is the dielectric constant, ε'' is the dielectric loss factor, and j is the imaginary unit. ε' reflects the grain's ability to store and polarize energy in an external electric field, ε'' reflects the grain's ability to consume energy in an electric field, under the action of an electric field, the polar molecules in the grain will rub and collide with each other.” The heat consumption of grain becomes the medium loss factor. The dielectric constant ε' and dielectric loss factor ε'' have nothing to do with the shape of grain, but only the composition of grain.

With the emergence of impedance analyzers and network analyzers, the measurement methods of grain dielectric constant are becoming more and more diverse, and the detection results are becoming more accurate. The dielectric constant measurement methods selected are also different depending on the requirements such as the range of measurement frequency, accuracy of results, temperature of the working environment, and the shape and size of the grain to be measured.

Methods for detecting grain moisture content based on microwaves can be divided into resonant cavity detection methods, transmission/reflection detection methods and free space detection methods.

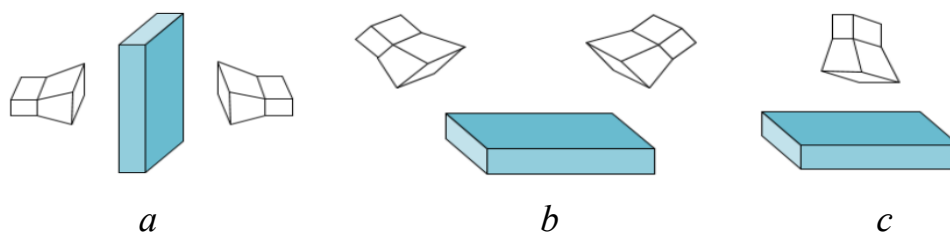


Figure 1 – System diagram of sample measured by free space method: *a* – transmission method; *b* – double antenna reflection method; *c* – single antenna reflection method

The free space method is a special case of transmission and reflection. Divided into transmission method and reflection method, as shown in fig. 2.

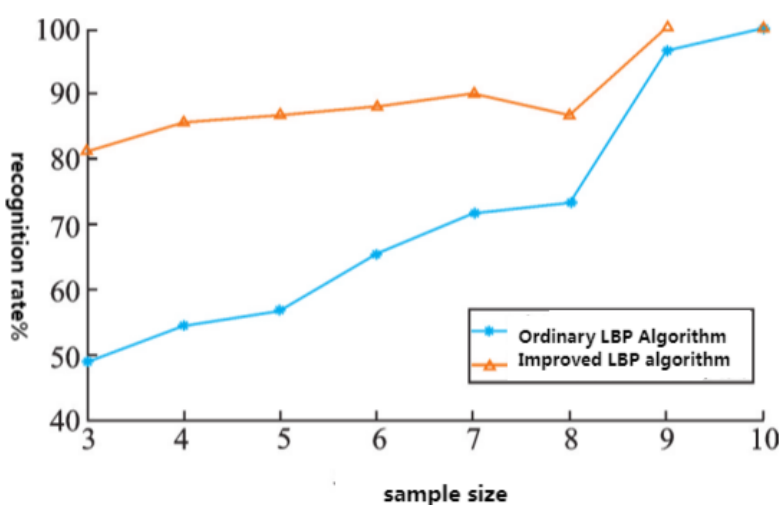


Figure 2 – Recognition rate of LBP algorithm before and after improvement of Yale face library

This article proposes an improved LBP algorithm based on the traditional LBP algorithm. After the above test analysis, the improved LBP algorithm can improve the speed of face recognition and has certain practical value.

УДК 004.93

IMAGE RECOGNITION SYSTEM BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Wei Henbing, Qian Longwei, Zhang Caigui

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

e-mail: w1472908715@gmail.com, qianlw1226@gmail.com, zhangcaigui309@gmail.com

Summary. *In recent years, image recognition technology has been widely used in civil, military, scientific research and other fields. Convolutional neural network has the advantages of automatic feature extraction, hierarchical structure, spatial*

invariance and powerful expression ability. In this paper, we take dog and cat image recognition as an example, and construct a seven-layer convolutional network to achieve the recognition and classification of dog and cat images.

With the continuous development of Internet technology, image recognition, as an important research direction in the field of computer vision, has rich application scenarios. Traditional image classification methods require designers to manually design feature extractors, and their performance is not very satisfactory when dealing with complex images. Through the use of convolutional neural networks, it is possible to gain a deeper understanding of image classification, feature extraction and other aspects of the technology, and apply these techniques to a wider range of practical problems such as face recognition. The cat and dog recognition problem, as a typical example of the image classification problem, has a wide range of needs in practical applications. This paper takes cat and dog image recognition as an example to complete image recognition.

As early as the beginning of the 21st century, David G. Lowe proposed the method of SIFT features + support vector machine to complete the task of dog and cat image recognition, and achieved good results. The method is to extract features by SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) and then use support vector machine for classification [1]. However, this method is ineffective when faced with different image datasets due to limited generalisation of features. The presence of noise may negatively affect the recognition accuracy when dealing with lower quality image datasets. The need to manually adjust the parameters and design the feature extractor artificially when dealing with large scale data also results in increased time cost and wastage of human resources. These difficulties can be successfully avoided by using convolutional neural networks.

Convolutional neural network has the function of automatic extraction of image features, good noise resistance, so the data quality requirements are very low. In addition, its advantage of easy to adjust the model structure also enables it to ensure a high accuracy rate when facing complex scenes and diverse datasets. It is known in the literature [2] that some more complex convolutional neural network models, such as LeNet, VGG, etc., will complicate the problem when carrying out the binary classification task of images whose dataset is not particularly large, which will result in unnecessary resource overheads and increase the training difficulty. To avoid the above problems, this paper constructs a relatively simple CNN model (fig. 1).

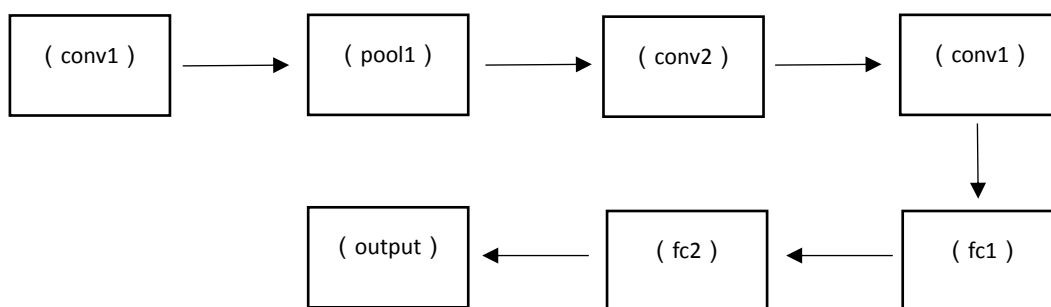


Figure 1 – Structure of convolutional neural network model

The basic idea of the procedure is to first preprocess the prepared cat and dog image data, such as image cropping. Then complete the training using the constructed CNN model as well as the cat and dog pictures in the test set. Finally, the test function is used to test the cat and dog image data in the test set and output the predicted categories and probabilities. The brief implementation process is to run the program to achieve dog and cat recognition, first read the data used for training from input_data.py script, and then use the CNN model defined in model.py script for training in training.py script. After the training is completed, the test.py script is used to complete the test on a randomly selected image.

Based on the application of image recognition technology in today's society and life, the future development direction of image recognition technology will focus on multimodal image recognition, real-time, adaptive, interpretable and model optimisation. At the same time, in the future development of application scenarios, image recognition will also pay more attention to the development of “intelligence +”, to improve the comfort of life, the intelligence of manufacturing and so on.

Reference

1. Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey E. Hinton. ImageNet classification with deep convolutional neural networks[J]. Communications of the ACM, 2017, 60(6).
2. Qi Zhaohui. Convolutional neural network application based on TensorFlow [D]. Wuhan: Wuhan University, 2018.
3. Jiang Mengying. Research on image classification algorithm based on deep learning [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2018.
4. Shi Tengfei, Shang Jiaxiu, Wu Zonghang. Research on image classification improvement method based on convolutional neural network[J]. Modern Information Technology, 2023, 7(05): 109–112.

**THE MECHANISM FOR THE FORMATION OF BLOCKCHAIN
SCHEMES IN THE ACTIVITIES OF THE BANK**

Yang Jie

School of business Belarusian State University

e-mail: Yeungkit6666@gmail.com

Summary. *Under the development of digitalization, many countries have followed up steps to embrace this brand new technology and implement digitalization, for some countries which still think that the digitalization applied to financial area would be a huge risk. This article briefly analyzes the importance of blockchain applications in banking activities and its mechanism, demonstrates the theories proposed by relevant economists, and explains how blockchain can improve security and efficiency for business activities.*

In its essence and semantic content, blockchain is a distributed ledger within which transactions are recorded in an immutable and secure (in a cryptographic context) way [1, p. 79]. Initially, this technology was used to move funds between parties without the need for third-party verification or the involvement of intermediaries. As for the mechanism, the technology in question (blockchain) functions by forming a network of computers (or nodes) that are connected via the Internet. Each node in said network contains copies of the transaction data; they cannot be changed, corrected or erased.

Time cost reduction. The use of blockchain helps reduce costs by enabling banking organizations to process transactions more quickly.

Transparency by providing real-time records of all transactions that have taken place within an organization. This is done through a series of blocks conjugated to each other, with each block containing information about previous blocks.

User experience. As rightly noted by V. A. Kinsburskaya, their interface should be intuitive on an intuitive level, it is required to achieve ease of use so that transactions are carried out quickly, without delays and difficulties for customers [2, p. 47].

Finally, in the context of the benefit argument, general security issues should not be forgotten. According to V. O. Odintsov, blockchain schemes in the activities of banks help to simplify tracking who owns certain assets when they move between different financial institutions (for example, when it comes to moving from one investment bank account to another) [3, p. 276]. This provides an opportunity to achieve quality control regarding access to the assets in question during the transfer and contributes to the prevention of fraudulent activities, since the legality of all changes (that have been made) are reliably checked.

The mechanisms for the formation of blockchain schemes in the activities of a bank can be described in several ways:

1. Syndicated loan system. As noted by A. V. Razumova, A. P. Protskaya, blockchain contributes to a significant simplification of syndicated loans through the formation of standard contracts and automation of various procedures, from issuing loans to monitoring and repayments. A significant role in this regard is given to smart contracts – we are talking about digital codes that are self-executing and automatically perform specific actions when certain conditions are met [4, p. 125].

2. Authentication. In the activities of banking organizations, blockchain technology can be used to provide authentication services for a number of documents:

- contracts;
- loans.

This is done by checking authenticity before considering valid.

Summing up, blockchain formation mechanisms offer significant potential for commercial banks as a transformative technology that they can implement to improve services and modernize, optimize customer service. In addition to this, the blockchain provides an opportunity for banking organizations to significantly save money on transaction costs and level risks by updating records in several systems. Thanks to the analyzed technology, a secure environment is formed in which the likelihood of fraudulent activities, as well as data loss due to cyber attacks, is minimized.

References

1. Borisova, O. V. Blockchain technology: the main taxonomy and some problems of the growth of financial risks in the banking sector / O. V. Borisova, S. M. Shavaliyeva // *Financial management*. – 2022. – № 6 – P. 79–88.

2. Kinsburskaya, V. A. Blockchain as a technological basis for the development of banking ecosystems / V. A. Kinsburskaya // *Property relations in the Russian Federation*. – 2022. – № 3 (246). – P. 44–55.

3. Odintsov, V. O. Blockchain as an innovative method for ensuring the economic and information security of a commercial bank / V. O. Odintsov // *Modern Economy Success*. – 2023. – № 1. – P. 275–278.

4. Razumova, A. V. Blockchain and artificial intelligence as tools for ensuring the economic security of banking / A. V. Razumova, A. P. Protskaya // *Trends and prospects for the development of the banking system in modern economic conditions. Materials of the IV international scientific-practical conference*. – Bryansk: 2023. – P. 123–127.

УДК 33.330.88

THE DEVELOPMENT OF E-COMMERCE IN THE DIGITAL ECONOMY

Yang Tiantian

School of Business of Belarusian Stated University

e-mail: tiantianyang429@gmail.com

Summary. *Electronic commerce has completely transformed commercial transactions in the digital economy. It has disrupted traditional business models,*

and this form of commerce involving online buying and selling has now become an integral part of modern society. As a result, electronic commerce has become a crucial component of the global economy, driving economic growth, and fostering innovation.

The digital economy, emerging in the late 1990s, has revolutionized the social economy through the utilization of the Internet and new technologies. With globalization and the widespread adoption of digital technologies, it has become a significant contributor to global economic growth and a driving force behind global trade, investment, and development. Its impact extends to various aspects, including global trade, investment, and employment. E-commerce, as an important part of the digital economy, is of great research significance.

In recent years, e-commerce has become an essential aspect of global retailing. The emergence of the Internet has greatly transformed the buying and selling of goods, just as it has in numerous other industries. The digitization of modern life has allowed consumers worldwide to benefit from online transactions. With over five billion Internet users and the continuous advancement of Internet technology, major e-commerce service providers are striving to offer users a more professional platform, thereby reducing transaction costs. This allows potential buyers and sellers to expand their market reach by minimizing the expenses associated with gathering information. Moreover, as e-commerce technology continues to develop, an increasing number of offline businesses are opting to transform and actively pursue e-commerce ventures. Online stores differ from traditional businesses as they encompass various forms of economic exchange, including the sale of physical goods, digital goods, and services.

Unlike a conventional business, an online store can take many forms in which the economic exchange includes a variety of goods and services. There are three types of goods that are sold online: sales of physical goods (exchanging monetary value for the purchase of tangible physical goods); sales of digital goods (exchanging monetary value for the purchase of intangible goods that exist in digital form); and sales of services (exchanging monetary value for value for customers who want to achieve certain results). The types of e-commerce have been expanding in recent years, with the active use of Internet platforms that allow this business to grow effectively (table 1).

Table 1 – Types of e-commerce, their characteristics, and types of Internet platforms

Types of E-Commerce	Characteristic	Platforms used
Business to Consumer (B2C)	the sale takes place between the business and the consumer	1688.com, Fyndiq; Ozon, Wal-Mart, Target
Business to Business (B2B)	sale by the manufacturer of a product or service to another business	1688.com, Allproducts, Globalspe, Boeing,
Direct to customer (D2C)	the brand sells directly to its final buyer, bypassing the retailer, distributor, or wholesaler	InstaGram, Pinterest, TikTok, Facebook, SnapChat, Kufar.by
Consumer to Consumer (C2C)	sales between consumers	eBay, Etsy, Fivver, Wildberries, Craigslist
Consumer for Business (C2B)	an individual sells his services or products to a business organization	Priceline, Zazzle, UpWork
Business for Government (B2G)	sale of goods and services between the business sector as a supplier and a public authority as a buyer	Amazon, Taobao, JD.com, Synergetics Inc. in Ft. Collins, Colorado
Consumer to Government (C2G)	consumers pay for various public services	government website
Government to business (G2B)	government agencies supply services for business	Alibaba

The most important types of e-commerce are the ones covered above (B2C, B2B, D2C, C2C). E-commerce is to information network technology as a means to exchange goods as the center of business activities. “E-commerce”, “electronic” is a technology, is a means, and “business” is the core purpose, all the means are to achieve the purpose and generated. E-commerce is an evolving concept.

References

1. Darren DeMatas: 10 Types of Ecommerce Business Models That Work Right Now [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ecommerceceo.com/types-of-ecommerce-business-models/>. – Date of access: 02.24.2023.

“随时随递”智能驿站机器人

段昱冰 (Duan Yubing), 徐晗逸 (Xu Hanyi), 李毅 (Li Yi), 吕智锋 (Lu Zhifeng),
李鹏霖 (Li Penglin), 付昱程 (Fu Yucheng), 王雅慧 (Wang Yahu)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail: ybingduan@163.com

Summary. Due to the improvement of the national economy and the continuous development of e-commerce, the scale of online shopping continues to expand. However, existing express delivery stations generally have management problems and cannot be open all day, which increases the management difficulty and cost of the enterprise and provides users with convenience. cause inconvenience. This work designs an efficient cooperation system consisting of a post robot, a gantry robot and an app management terminal. It uses digital twin technology to read the robot's motion parameters and working status, and creates an intelligent control system with strong endurance performance, obstacle surmounting capabilities, and information collection capabilities, carry out scientific scheduling, adapt to various scenarios in logistics operations, and create highly practical smart stations to empower the transportation service industry.

由于我国国民经济水平的提高以及电子商务的不断发展，网络购物规模不断扩大，网购人群不断增加，我国已连续多年成为全球最大的网络零售市场。在网络购物规模扩大的同时，仓库储存物资的数量大大增加，对物流行业的要求也在不断提高，物流点位更加分散、复杂，越来越多的快递驿站成为便利人们生活的重要设施。

图表 1: 2015-2020年中国网络购物用户规模变化(单位: 亿人, %)



图 1 网络购物发展情况

而现有的快递驿站普遍存在地摊式，无逻辑管理的问题，现有老旧小区快递驿站大多位于小区居民楼内，受地形限制，货物在入库前通常需要进行部分爬楼越障，且老旧小区路面状况较差，往往需要人工进行管理和

搬运，提高了人工成本的同时效率十分低下，并且一般的快递驿站无法实现 24 小时营业，给用户取件带来不便。因此对快递驿站进行智能化、现代化改造，提高运作效率迫在眉睫。



图 2 传统快递驿站外景



图 3 传统快递驿站内景

由于快递驿站存在的效率低下的问题，当前市面上有采用自助取件的运营模式：用户可以自行在快递货架上挑拣自己的快递，最后在出库口扫码出库即可。这种运营模式去除了工作人员代为挑拣快递的流程，可以在一定程度上提高了运作效率。但取件时不需要验证用户的身份信息即可取件存在快递丢失的风险，安全性差。



图 4 自助快递驿站

UDK 338

面向单板滑雪竞速训练的数字孪生系统

陆晓晓 (Lu Xiaoxiao)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail:1535008170@qq.com

Summary. Project study to snowboarding movement process as the main body, aiming at high speed, track complex competitive athletes, based on ali cloud server, the integrated use of motor intelligent precise perception technology, sensor data fusion and synchronous positioning technology, digital technology and the perception and fusion twin, cloud computing, cloud edge techniques and so on, can realize the connection between people and things management, The athletes' movement was intelligently sensed, the filtering algorithm was used to

preliminarily process the data, the fastAPI asynchronous framework was used to build the database-cloud-end framework, the snowboarding process motion simulation model was formed, and the digital twin system was developed, that is, the intelligent optimization and visualization tool of the whole process glide trajectory. The construction of a unified quantified data set of movement parameters, the perception and monitoring of athletes' state, is helpful to realize the optimization and analysis of athletes' posture, and increase the scientific nature of training guidance.

1. Accurate sensing technology for high-speed motion in complex outdoor environment:

Through snowboarding intellisense technology and snowboarding sport awareness and synchronization technology, data fusion for high speed, track complex competitive athletes, on the premise of not affect athletic performance, high speed, accurate and real-time motion perception data, and the present, on the basis of digital twin and provide data for optimization design of training scientific guidance and track support.

2. Data-driven digital twin technology:

The web interface of the digital twin system is built based on vue3.0, Javascript and echarts, which can realize the synchronization of data and motion trajectory, and realize the dynamic display and monitoring of trajectory and various kinds of data.

3. Build data sets and cloud applications based on Huawei Cloud IoT full stack cloud service:

To realize the one-button cloud on the device, to realize the summary and processing of a large number of experimental data with cloud computing as the core, and to develop some cloud applications such as snowboarding digital twin system.

4. fastAPI asynchronous framework was used to build the database-cloud-side framework:

Based on fastAPI, a python web asynchronous framework, the connection between the back end and the front end is built more efficiently and quickly. Using http protocol, the front end can fetch arbitrary data quickly and efficiently.

Sensing layer: rtk real-time differential positioning device.

Transport layer: 4G network.

Control layer: Huawei cloud data center.

Software and software development environment: MySQL database, Ubuntu18.04, windows10 (64-bit).

Cloud Application: snowboarding digital twin system.

Snowboard slalom chase and other snow events with high speed and complex trajectories. In the future, it can also be applied to water conservancy industry, such as water area planning, water conservancy monitoring and water conservancy management. The use of UAV +RTK system in the field of water conservancy can improve the accuracy of information collection and timeliness of transmission of rain, water, drought and disaster information, make timely and

accurate prediction and forecast of its development trend, and formulate flood control and drought control scheme. Digital twin technology can also be applied to smart cities to achieve green transportation, urban planning, urban illegal construction supervision, engineering environmental management, smart logistics, smart transportation, etc.

YDK 004.4+81

DIGITAL INNOVATION OF CHINA AND BELARUS LANGUAGE AND CULTURE IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL COOPERATION

陈韩同舟 (Hantongzhou Chen), 李佳琛 (Jiachen Li)

Belarusian State University, China University of Petroleum

e-mail: 942069112@qq.com, chtz945@gmail.com

***Summary.** With the acceleration of globalization, cultural exchange and cultural integration have become one of the main ways of communication between countries. Digital innovation technology built in the Internet era helps language learners make full use of fragmented time to improve their HSK level independently, conveniently and efficiently, and achieve dual learning of “Chinese + skills”. This move can not only promote mutual understanding and respect between different cultures around the world, but also inject new vitality into the development of language and culture.*

The arrival of the “Internet +” and big data era in the 21st century has promoted information reform in various fields and made up for the increasingly exposed shortcomings of the traditional institutional model. Internet + education is the cross-border integration of the Internet and the education field. It aims to realize richer connections between schools, teachers, parents, and students under the conditions of information technology and various intelligent platforms, and to achieve a co-creation experience with real individual participation based on personalized needs. Therefore, this design focuses on Chinese international education apps. The current trends are:

1 The demand for Chinese international education APPs continues to be strong, and Chinese learning is intelligent.

2 Mobile learning is closely integrated with classroom teaching, and the teaching models are diversified.

3 Chinese international education APP continues to develop and gradually becomes market-oriented. In order to further alleviate the problems of low overall level of teachers, relatively backward teaching material system, and insufficiently diversified teaching methods aggravated by the epidemic, and to adapt to the development trend of “Chinese + vocational education” and the requirements of the “New Standard” for Level 3 and Level 9, we have produced a The 2023 version of the multilingual HSK APP can meet the current urgent needs for a learning platform in the Chinese international education market. The production and promotion of the APP involves computer technology, Chinese international

education, English, Russian, Japanese, Arabic, and economic management, petrochemical industry, traditional Chinese medicine and other majors.

The development of this APP enables Chinese learners to learn independently in fragmented time, improve their learning efficiency and help them study. There is an urgent need for “Chinese + skills” talents to cultivate the development of “One Belt and One Road” enterprises and enhance and promote friendship among countries along the “One Belt and One Road”.

References

1. Bray, Mark (2013). "Shadow Education: Comparative Perspectives on the Expansion and Implications of Private Supplementary Tutoring". *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 77: 412–420. doi:10.1016/j.sbspro.2013.03.096.
2. Tennis. [German] *Community and society* [M]. Translated by Lin Rongyuan. Beijing: The Commercial Press, 1999: 58–94.

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«МЕДИЦИНА. БИОМЕХАНИКА. ВЕТЕРИНАРНОЕ ДЕЛО. АГРАРНОЕ
ХОЗЯЙСТВО»

УДК 615.322:543.544

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В
ТРАВЕ ГАЛЕГИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (GALEGA OFFICINALIS L.)
МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

Бакун А. С., Гурина Н. С.

*Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский
университет»*

e-mail: bakunanastasia1989@mail.ru

Summary. Optimal conditions have been selected for the identification of biologically active compounds in the herb Galega officinalis using thin layer chromatography. The system recommended as a mobile phase is butanol:acetic acid:water (6:8:2, v/v/v), and the developer is a 2 % solution of aluminum chloride. Quercetin, rutin, caffeic and chlorogenic acids have been identified.

Трава галеги лекарственной (*Galega officinalis* L.) – перспективный вид лекарственного растительного сырья, обладающий широким спектром фармакологической активности (гипогликемическая, противомикробная, антиоксидантная и т. д.). Растение имеет разнообразный химический состав (флавоноиды, дубильные вещества, витамины, сапонины, фенолкарбоновые кислоты, алкалоиды), богато макро- и микроэлементами [1], [2]. Галега лекарственная не является фармакопейным растением, что подтверждает необходимость разработки нормативного документа по качеству.

Объект исследования – трава галеги лекарственной, заготовленная в период цветения в Оршанском районе Витебской области. Метод исследования – восходящая одномерная одноступенчатая тонкослойная хроматография. Для качественного анализа получали спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной (60 % спирт). В качестве неподвижной фазы использовали пластинки фирмы «Merk» TLC Silica gel 60 F25, в качестве подвижных фаз – следующие системы растворителей:

- 1) бутанол-уксусная кислота – вода (4:1:5, об/об/об);
- 2) бутанол-уксусная кислота – вода (4:1:2, об/об/об);
- 3) бутанол-уксусная кислота – вода (6:8:2, об/об/об);
- 4) этилацетат – толуол – метанол (8:6:1, об/об/об);
- 5) муравьиная кислота – вода-этилацетат (2:2:16, об/об/об);
- 6) кислота муравьиная безводная Р-кислота уксусная ледяная Р-вода Р-этилацетат Р (7,5: 7,5: 17,5: 67,5 об/об/об/об).

Для определения веществ пластинку просматривали в УФ-свете до и после обработки. Пластинки обрабатывали реагентами:

- 1) 2 % спиртовой раствор алюминия хлорида;

- 2) без обработки;
- 3) 10 г/л раствор дифенилборной кислоты аминоэтилового эфира;
- 4) 10 г/л дифенилборной кислоты аминоэтилового эфира Р, раствор 50 г/л макрогола 400 Р в метаноле Р.

Установлено, что наилучшее разделение биологически активных веществ происходит при применении в качестве подвижной фазы системы бутанол-уксусная кислота-вода (6:8:2). Методом ТСХ в траве галеги лекарственной идентифицированы кверцетин ($R_f = 0,82$), рутин ($R_f = 0,60$), хлорогеновая ($R_f = 0,52$) и кофейная ($R_f = 0,71$) кислоты (рис. 1).

Верх хроматографической пластинки			
		Флуоресцирующая зона красного цвета	зона
Кверцетин:		Флуоресцирующая зона желтого цвета	зона
флуоресцирующая зона желтого цвета			
Кофейная кислота:		Флуоресцирующая зона голубого цвета	зона
флуоресцирующая зона голубого цвета	зона		
Рутин:		Флуоресцирующая зона желтого цвета	зона
флуоресцирующая зона желтого цвета	зона		
Хлорогеновая кислота:		Флуоресцирующая зона голубого цвета	зона
флуоресцирующая зона голубого цвета	зона		
		Флуоресцирующая зона голубого цвета	зона
Раствор сравнения		Испытуемый раствор	

Рисунок 1 – Хроматограмма травы галеги лекарственной при использовании в качестве подвижной фазы БУВ (6:8:2)

Разработаны оптимальные условия идентификации биологически активных соединений в траве галеги лекарственной методом тонкослойной хроматографии (подвижная фаза – бутанол–уксусная кислота–вода 6:8:2), позволившие идентифицировать флавоноиды кверцетин и рутин, кофейную и хлорогеновую кислоты.

Список использованной литературы

1. Бакун А. С. Изучение элементного состава травы галеги лекарственной (*Galega officinalis* L.) / А. С. Бакун, Н. С. Гурина, В. М. Царенков // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2020; 23 (6) – С. 16–21.

2. Eddouks, M.; Bidi, A.; El Bouhali, B.; Hajji, L.; Zeggwagh, N. A. Antidiabetic plants improving insulin sensitivity. J. Pharm. Pharm. 2014. Vol. 66. P. 1197–1214.

УДК 616-001.514

**ПРОГНОЗ ИНФЕКЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ В ЗОНЕ
ОПЕРАЦИИ ПРИ МЕТАЛЛООСТЕОСИНТЕЗЕ У ПАЦИЕНТОВ С
ПЕРЕЛОМАМИ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ**

Ванькович П. Э.

*Институт повышения квалификации и переподготовки кадров
здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский
университет»*

e-mail: vankovichpavel@mail.ru

***Summary.** This article presents the results of treatment of 80 patients with closed fractures of the shin bones. A study was conducted aimed at studying the dynamics of hematological parameters in order to determine the severity of inflammation and predict purulent-inflammatory complications in the early postoperative period.*

В настоящее время развитие инфекционных осложнений в раннем послеоперационном периоде после металлоостеосинтеза костей голени составляет 2–14 %, достигая 55,8 % при открытых переломах костей голени [1]. Глубокая инфекция области хирургического вмешательства верифицируется в среднем у 1,1–5,0 % наблюдений, при этом частота ее достигает 22,9 % у пациентов со сложными открытыми переломами большеберцовой кости [2].

В последние годы достоверно доказана информативность лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ), показателя тяжести интоксикации (ПТИ), гематологического показателя интоксикации (ГПИ) у пациентов с воспалительными и гнойными заболеваниями легких, органов брюшной полости для определения тяжести течения и их прогноза развития [3].

В литературе также есть сведения, касающиеся прогноза инфекционных осложнений при хирургическом лечении переломов длинных костей конечностей. Вместе с тем, единой точки зрения у авторов по видам и значимости прогностических критериев нет, а данные о возможностях такого прогноза противоречивы. Приведенные данные свидетельствуют об актуальности данной проблемы и необходимости проведения научных разработок в этом.

Проведен анализ лечения 80 пациентов с закрытыми сегментарными и многооскольчатыми переломами большеберцовой кости. Пациенты были разделены на 3 группы исследования. В 1 группу было включено 50 лиц с нормальным течением послеоперационного периода, из них 40 мужчины и 10 женщин, средний возраст составил $40,15 \pm 10,01$ лет. 2 группа включала в

себя 15 практически здоровых чел., из них 10 мужчин и 5 женщин, средний возраст $38,17 \pm 10,02$ лет. Группу сравнения составили 15 чел., из них 5 женщин и 10 мужчин, средний возраст $37,74 \pm 10,64$ лет, у которых послеоперационный период осложнился нагноением послеоперационной раны. Всем пациентам выполняли расчет показателей лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ), гематологический показатель интоксикации (ГПИ) и показатель тяжести интоксикации (ПТИ) по известным формулам до хирургического вмешательства, на 2–3 и 10–12 сутки со дня операции. Оценку интенсивности болевого синдрома у пациентов проводили при помощи 10-балльной визуальной аналоговой шкалы (ВАШ).

Величина ЛИИ в основной группе и группе сравнения в первые двое суток с момента травмы увеличилась в 1,6 и 2,3 раза соответственно по сравнению с контрольной группой ($p = 0,020$ и $p = 0,016$ соответственно). Аналогичный характер изменений наблюдается по ГПИ (в 2,4 и 2,8 раза; $p = 0,016$ и $p = 0,001$) и ПТИ (в 1,7 и 1,9 раза; $p = 0,001$ и $p = 0,001$).

Однако как на 2–3 сутки, так и на 10–12 сутки после хирургического лечения между пациентами основной группы и группы сравнения наблюдалась значимая разница по уровню ЛИИ в 1,68 раза ($p = 0,031$) и 1,89 раза ($p = 0,034$), что отражает благополучное течение послеоперационного периода у пациентов основной группы и свидетельствует о высокой диагностической значимости ЛИИ для выбора сроков хирургического вмешательства.

Анализ внутригрупповых различий в группе с осложненным течением показал, что ЛИИ в раннем послеоперационном периоде не отличался от начального уровня до операции и лишь на 10–12 сутки его значение значительно снизилось.

Установлена тесная прямая взаимосвязь между величиной ЛИИ и тяжестью течения послеоперационного периода по шкале ВАШ у пациентов с осложненным течением в группе сравнения ($r = 0,75$, $p = 0,001$). Следовательно, чем больше величина индексов интоксикации в день операции, тем выше вероятность развития инфекционного осложнения в послеоперационной ране.

Список использованной литературы.

1. Островский, В. К. Лейкоцитарный индекс интоксикации и некоторые показатели крови при оценке тяжести течения и определения прогноза воспалительных, гнойных и гнойно-деструктивных заболеваний различных локализаций / В. К. Островский, А. В. Машенко, Д. В. Янголенко, С. В. Макаров // Анестезиология и реаниматология. – 2005. – № 6. – С. 25–29.

2. Yokoyama K, Uchino M, Nakamura K. Risk factors for deep infection in secondary intramedullary nailing after external fixation for open tibial fractures. *Injury*. – 2006. – Vol. 37, № 6. P. 554–560.

3. Ванькович, П. Э. Использование гипербарической оксигенации в комплексном лечении пациентов с сегментарными и многооскольчатыми диафизарными переломами костей голени / П. Э. Ванькович, О. П. Кезля // БГМУ в авангарде медицинской науки и

УДК 617-089.844

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛЕЧЕНИИ
ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ КОПЧИКОВЫХ ХОДОВ У ДЕТЕЙ**

Гнедова А. В., Глуткин А. В.

УЗ «Гродненский государственный медицинский университет»

e-mail: nastena.gnedova@gmail.com

Summary. *Pathology of the epithelial coccygeal passage is a common problem in adolescence. The results of treatment of 141 patients were analyzed; in addition, minimally invasive treatment methods were used in 11 cases.*

Эпителиальный копчиковый ход (ЭКХ) – представляет эпителиальное погружение в виде узкого канала длиной 2–5 см, содержащее волосяные луковицы, сальные железы, заканчивающееся слепо в мягких тканях над верхушкой копчика и открывающееся на коже межъягодичной складки одним или несколькими точечными отверстиями строго по средней линии между ягодицами.

Впервые ЭКХ был описан в трудах Н. О. Мауо в 1833 г. Автор предположил, что причина заболевания кроется в неполном разделении листков мезодермы и эктодермы во время эмбриогенеза. Симптомы болезни впервые были описаны в 1847 г. А. W. Anderson в письме в редакцию «Бостонского медицинского хирургического журнала». В нем было доложено о наблюдении кисты с волосами в межъягодичной складке. Несколько лет спустя Т. М. Warren (1854) в своих трудах отразил подробное описание болезни и дал рекомендации по хирургическому лечению таких свищей. В 1880 г. R. M. Hodges выделил болезнь в отдельную нозологию и ввел термин *pilonidal sinus*, термин до сих пор используется в зарубежной литературе. В 1949 г. А. Н. Рыжих и М. И. Битман предложили термин «ЭКХ», который и по сей день используют русскоязычные исследователи.

Соотношение мужчин и женщин составляет от 3:1 до 4:1. Люди европеоидной расы более предрасположены к данному заболеванию.

Существует большое количество способов оперативного лечения ЭКХ. На сегодняшний день ведущим методом лечения остается широкое иссечение мягких тканей до крестцовой фасции с последующим закрытием раневого дефекта. Однако все чаще начинают использоваться малоинвазивные способы лечения ЭКХ.

Объектом исследования в период с 2018 по 2022 годы являлся 141 пациент с диагнозом ЭКХ, который находился на стационарном лечении в УЗ «Гродненская областная детская клиническая больница».

Среди пациентов с диагнозом ЭКХ мальчиков было 95 (67,4 %), девочек – 46 (32,6 %). Возрастная структура была следующей: 13–14 лет

было 22 пациентам (15,6 %), 15 лет – 32 (22,7 %), 16 лет – 52 (36,9 %), 17 лет – 35 (24,8 %).

Основные жалобы при поступлении в стационар: наличие болезненного образования в межъягодичной области – 59 пациентов; наличие свищевого отверстия в межъягодичной области – 64, при этом у 39 (27,7 %) имелось гнойное отделяемое, у 25 (17,7 %) отделяемое отсутствовало; боль в области копчика – 11, отсутствовали жалобы на момент поступления в стационар – 7.

Различные виды оперативных вмешательств выполнялось 118 пациентам. Радикальное иссечение ЭКХ производилось 59 пациентам.

Применение лазерных технологий в лечении ЭКХ было у 11 пациентов. Лазерная вапоризация свищевого хода после предварительного вскрытия и дренирования пилонидальной кисты, а также курса консервативной терапии использовалась у 4 пациентов. В 7 случаях применялся малоинвазивный метод, ранее пациентам проводилось радикальное иссечение ЭКХ. Спустя 1 месяц пациентам был проведен контрольный осмотр, в межъягодичной области определялся умеренный рубец.

В период нахождения на стационарном лечении все пациенты прошли курс физиотерапевтического лечения (УВЧ на область раны, биоптрон, магнитотерапия) и лечебной физкультуры.

Антибактериальная терапия назначалась эмпирически до получения результатов посева из раны и применялась в 98 случаях (69,5 %). Использовались цефалоспорины у 80 пациентов, аминогликозиды – 20, пенициллины – 10, фторхинолоны – 5. У 4 пациентов применялась противогрибковая терапия.

1. ЭКХ наиболее часто встречается среди лиц мужского пола.

2. Данная патология преимущественно встречается у подростков, в большинстве случаев в 16 лет.

3. В качестве основного метода лечения используется хирургическое вмешательство, при этом лазерные технологии лечения показывают положительный результат.

УДК 004.383:616-079

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД НЕИНВАЗИВНОЙ ГЛЮКОМЕТРИИ

Дыдик А. И.

Брестский государственный технический университет

e-mail: dyalig@yandex.ru

Summary. The article highlights the problem of diabetes. The method of near infrared spectroscopy was applied in practice. Based on the results obtained, this method has a place to exist, and it is also necessary to be improved to create a universal non-invasive glucometer.

По последним данным, численность больных сахарным диабетом в мире за последние 10 лет увеличилась более, чем в 2 раза. Согласно прогнозам Международной диабетической федерации, к 2030 г. сахарным диабетом будет страдать 643 млн человек, а к 2045 г. – 783 млн человек [1]. Практика лечения диабета показала, что более частый контроль глюкозы в крови может предотвратить многие из долгосрочных осложнений сахарного диабета. При этом грамотный регулярный самоконтроль глюкозы крови является эффективным для улучшения показателей гликемии.

На сегодняшний день для самоконтроля наиболее популярны электромеханические глюкометры, в которых показатель уровня сахара измеряется величиной тока. В ряду своих достоинств: быстрота измерения, точность, доступность, – он обладает и недостатками. Кроме потенциальной возможности инфекционного заражения, боль и неудобства, связанные с необходимостью прокалывания пальца для получения пробы крови, часто приводят к отказу от требуемой периодичности самоконтроля.

В последнее время стали популярными неинвазивные способы измерения уровня сахара в крови, большее распространение среди которых получили оптические методы. Метод ближней инфракрасной спектроскопии – один из них. На рис. 1 заметно, что в оптическом диапазоне спектра поглощения глюкозы характерны три максимума: 840; 940 и 1045 нм.

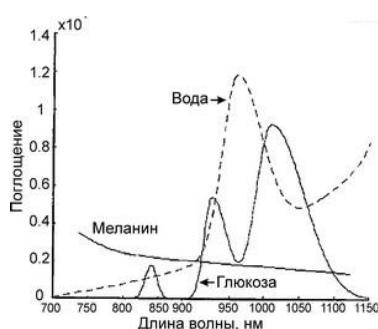


Рисунок 1 – Оптический спектр поглощения глюкозы в крови человека

Наиболее приемлемая для использования в глюкометрах величина максимума поглощения глюкозы – 940 нм. Этому максимуму не мешают поглощение меланина и воды, содержащейся в разных слоях кожи, для этой области существуют специальные оптические излучатели и приемники. Однако данный метод, как и большинство неинвазивных, требует периодической калибровки с использованием инвазивного метода [2].

Для исследования применимости оптического метода неинвазивной глюкометрии разработано устройство, аппаратная часть которого состоит из инфракрасного излучателя BIR BM1331, инфракрасного приемника VL-L3522PD, микроконтроллера ATmega328, ЖК-дисплея LCD1602.

Для определения аналитической точности получаемых результатов и последующей калибровки значений были проведены серии вычислительных экспериментов для двух испытуемых. В течение двух

недель проводились измерения разработанным устройством и контроль уровня сахара в крови инвазивным домашним глюкометром. Измерения проводились трижды: натощак, тридцать минут после еды и два часа после приема пищи.

Несмотря на существенные различия значений в двух сериях проведенных экспериментов, корреляционный коэффициент при линейной аппроксимации зависимостей в обоих случаях близок к 1 (рис. 2).

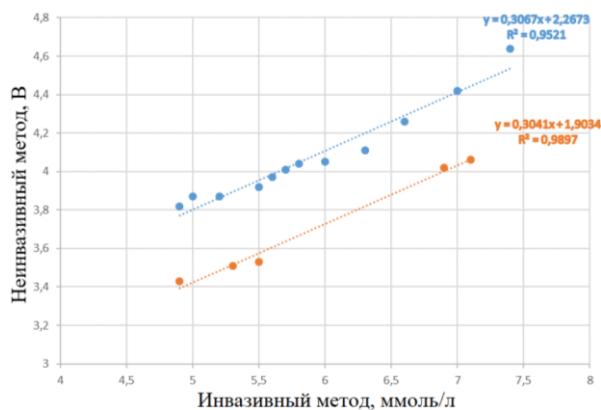


Рисунок 2 – Зависимость показателей неинвазивного и инвазивного измерений

Таким образом, можно сделать вывод о линейном характере зависимости результатов, полученных классическим инвазивным методом и методом ближней инфракрасной спектроскопии, а разработанный неинвазивный глюкометр может являться эффективным инструментом для регулярного самоконтроля глюкозы крови.

Список использованной литературы

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / Под редакцией И. И. Дедова, М. В. Шестаковой, А. Ю. Майорова. – 11-й выпуск. – М.; 2023.
2. БГУИР, 54-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов [Электронный доступ] / Метод неинвазивного определения уровня глюкозы в крови – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/32913/1/Krivosos_Metod.pdf

УДК 576.5; 618.3

ИННОВАЦИИ В АКУШЕРСТВЕ И ГИНЕКОЛОГИИ. КЛЕТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Креер С. А., Михалевич, С. И., Полешко А. Г.

*Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь
e-mail: kreersvetlana@mail.ru*

Summary. *During operations on the uterus, myometrial cells, vessels, nerve endings are damaged, which in the postpartum postoperative period delays or*

does not give full repair. As a result, it is possible to form an untenable scar, the formation of a defect in the uterine wall in the form of a niche (isthmocele). This pathology can subsequently cause miscarriage, disrupt the processes of placentation with atypical localization and placental insufficiency, and be the cause of uterine rupture.

В современной гинекологии проблема спаечных и рубцовых изменений в матке является особенно актуальной. Образование спаек и рубцов приводит к развитию бесплодия и формированию хронической тазовой боли. Спаечный процесс и рубцовые изменения обуславливают большое количество хирургических осложнений. Несмотря на разработку и применение комплексных мероприятий, направленных на профилактику и лечение данной патологии, явной тенденции к снижению заболеваемости у пациентов всех возрастных групп нет. Воспалительный процесс в тканях матки имеет деструктивный характер. Из-за слабого репаративного потенциала данных структур восстановление тканей матки за счет физиологической регенерации продолжается длительное время и может происходить не в полном объеме с образованием истмоцеле (дефект, который образовывается в рубце на матке после оперативного вмешательства), несостоятельности рубцов на матке, в дальнейшем угрозой разрывов матки во время беременности, невынашиванию беременности, нарушению прикрепления плаценты к стенке матки, плацентарной недостаточности.

Отечественными и зарубежными учеными проводились исследования для поиска новых технологий и методик лечения и медицинской профилактики спаечных и рубцовых изменений в матке на доклиническом и клиническом уровнях. Особенно остро эта проблема стоит у пациенток, перенесших оперативные вмешательства на матке по поводу гинекологических заболеваний или после оперативного родоразрешения, после неоднократных выскабливаний слизистой полости матки, которые планируют в перспективе беременность [1; 2; 3].

Экспериментальными животными (ЭЖ) являлись 18 кроликов женского пола (вес не менее 3 кг). Под действием наркоза всем ЭЖ в области матки, острым путем на расстоянии 1 см от места срастания маточных рогов моделировали два разреза через все слои размерами 1 см на правом и левом рогах матки. Раны ушивали непрерывным швом колющей иглой с нерассасывающейся нитью для маркировки. ЭЖ были разделены на две однородных группы: сравнения (9 ЭЖ) и экспериментальную (9 ЭЖ). В сформированные разрезы в матке у ЭЖ в экспериментальной группе после ушивания матки в область потенциального формирования рубца вводили с помощью шприца 1 мл суспензии мезенхимальных стволовых клеток жировой ткани (МСК ЖТ) в концентрации 10^6 кл/мл, ресуспендированных в физиологическом растворе. Группе сравнения МСК ЖТ не вводились. По истечении срока наблюдения (7-е, 14-е сутки и спустя 30 суток после оперативного вмешательства) получали препараты – участки маток ЭЖ в

области рубца). Изготавливали препараты с помощью микротомы и окрашивали гематоксилином, изготовление микрофотографий выполняли с помощью светового микроскопа (Motic, Нидерланды).

Получили экспериментальную модель при применении МСК ЖТ рубцовых и спаечных изменений в матке у лабораторных животных (кролики – самки). При применении МСК ЖТ отмечается сокращение сроков регенерации, а также более анатомичное восстановление тканей матки по сравнению без использования указанного продукта, что выражается в отсутствии воспалительных инфильтратов, большим скоплением клеток – предшественников мышечной ткани – миоцитов и миофибробластов, ранним ангиогенезом, гиперцеллюлярностью.

Таким образом, разработанная экспериментальная модель рубцовых и спаечных изменений в матке у лабораторных животных (кролики – самки), позволяет установить характер клинических и морфологических изменений в тканях матки у ЭЖ под влиянием МСК ЖТ и оценить интенсивность восстановительного процесса при применении данного продукта.

Список использованных источников

1. Ножничева О. Н. // Журнал акушерства и женских болезней. – 2020. – № 1. – С. 57–61.
2. Перепелова Т. А. // Акушерство. Гинекология. Репродукция. – 2016. – Том 10, № 1. – С.111–118.
3. Перепелова, Т. А. Клинико-морфологическая оценка состояния послеоперационного рубца на матке и экспериментальное исследование сетчатых эндопротезов для его укрепления: клинико-экспериментальное исследование: дис. ... канд.мед.наук: 14.01.01 / Т. А. Перепелова. – М., 2016. – 131 л.

УДК 616.7(002) (616-71)

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ВЕДЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ НА ПРИМЕРЕ АТОПИЧЕСКОГО ДЕРМАТИТА

Кривоносова М. В.

*Белорусский государственный медицинский университет
e-mail: maryia.kryvanosava@gmail.com*

Summary. *Scientific articles that used neural networks for assessing the intensity of skin diseases were analyzed. The search for studies was conducted in the PubMed (Medline), Scopus (Web of Science), Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Embase, ClinicalTrials.gov, Elibrary, and the Registry of the Republican Scientific Medical Library databases. The results between the evaluation of images of affected skin from dermatological atlases by a neural network and independent dermatologists does not have significant statistical differences.*

Атопический дерматит – это хроническое заболевание кожи с повторяющимися экзематозными высыпаниями и интенсивным зудом. Он связан с повышенным риском развития некоторых коморбидностей, включая астму и психические расстройства [1]. Распространенность атопического дерматита в детской популяции США достигла 17,2 %, у детей в Европе – 15,6 %, что отражает неуклонный рост частоты выявления в течение последних трех десятилетий. Его частота значительно выше у жителей экономически развитых стран [2]. В настоящее время наиболее часто используемым инструментом измерения в клинической практике является SCOring Atopic Dermatitis (ScorAD). Однако у индекса ScorAD есть недостатки: требует много времени – расчет обычно занимает около 7–10 минут на пациента, что создает большую нагрузку на дерматологов, и субъективность – даже хорошо обученные дерматологи могут давать разные оценки одного случая [3].

Целями данного исследования явились обзор использования искусственного интеллекта для оценки интенсивности поражения кожи у пациентов с атопическим дерматитом и разработка решения для использования нейросетей в оценке пораженной кожи пациентов.

В 2021 году появились исследования, которые предлагают использовать нейросети для визуальной оценки пораженной кожи. Однако на данный момент существуют исследования только по изображениям из дерматологических атласов, а не на пациентах напрямую [4]. Было доказано, что нейронная сеть, для тестирования которой использовались оценки независимыми дерматологами одних и тех же фотографий из атласов, совершает относительную среднюю абсолютную ошибку с частотой сопоставимой с одним из врачей [3].

В 1993 году дерматологами были разработаны формулы для количественной оценки интенсивности атопического дерматита, самой часто используемой на данный момент является индекс ScorAD (Scoring atopic dermatitis), который состоит из 3 компонентов: А – площадь пораженной кожи, в %; В – сумма баллов объективных признаков (эритема, отек, мокнутие, эксфолиации, лихенификация, сухость) и С – сумма баллов субъективных признаков (зуд, потеря сна) (рис. 1).

SCORAD
EUROPEAN TASK FORCE
ON ATOPIC DERMATITIS

INSTITUTION

PHYSICIAN

Last Name: _____ First Name: _____
 Date of Birth: ____/____/____ DD/MM/YY
 Date of Visit: ____/____/____ DD/MM/YY

Topical steroid used:
 Potency (brand name): _____
 Amount/month: _____
 Number of flares/month: _____

Figures in parenthesis for children under two years

A: EXTENT: Please indicate the area involved

B: INTENSITY		MEANS OF CALCULATION
CRITERIA	INTENSITY	INTENSITY ITEMS (average representative area)
Erythema		0 = absence
Oedema/papulation		1 = mild
Oozing/crust		2 = moderate
Excoriation		3 = severe
Lichenification		
Dryness*		*Dryness is evaluated on uninvolved areas

C: SUBJECTIVE SYMPTOMS
 PRURITUS+SLEEP LOSS

SCORAD A/5+B/2=C

Visual analogue scale (average for the last 3 days or nights)
 PRURITUS (0 to 10) _____
 SLEEP LOSS (0 to 10) _____

TREATMENT: _____
 REMARKS: _____

Рисунок 1 – Опросник ScorAD, заполняется вручную

Нашей командой разработано приложение-дневник с подключенной к нему нейросетью. Ключевое преимущество использования приложения – объективность подсчета ScorAD: пользователи-пациенты самостоятельно выбирают только оценку интенсивности зуда, остальное оценивает нейросеть.

Список использованной литературы

1. Atopic dermatitis / Sinéad M Langan [et al.] // The Lancet – 2020. – Vol. 396. – P. 291–360.
2. Намазова-Баранова Л. С., Баранов А. А., Кубанова А. А., Ильина Н. И., Курбачёва О. М., Вишнёва Е. А., Новик Г. А., Петровский Ф. И., Макарова С. Г., Мурашкин Н. Н., Алексеева А. А., Селимзянова Л. Р., Левина Ю. Г., Эфендиева К. Е., Вознесенская Н. И. Атопический дерматит у детей: современные клинические рекомендации по диагностике и терапии. Вопросы современной педиатрии. 2016; 15 (3): 279–294. doi: 10.15690/vsp.v15i3.1566
3. Automatic SCORing of Atopic Dermatitis Using Deep Learning: A Pilot Study / Alfonso Medela [et al.] // Methods & New technology. – 2022. – Vol. 2. – P. 238–249.
4. A cascaded deep convolution neural network based CADx system for psoriasis lesion segmentation and severity assessment / Manoranjan Dash [et al.] // Applied Soft Computing. – 2020. – Vol. 91. – P. 196–240.

УДК 616-001.17-036.22-053.2

НЕКОТОРЫЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ У ДЕТЕЙ

Петровская О. Н., Римжа М. И.

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»

e-mail: olgatask1@gmail.com

Summary. *The group with the highest risk of injury are children aged 1–2 years with a 1.7-fold predominance of males. The proportions of affected boys and girls in individual age groups do not differ significantly. The leading traumatic agent in children with burns is thermal factors, including in the age group with the largest number of victims (1–2 years).*

Среди пациентов с термическими повреждениями дети составляют от 13,8 до 75,3 %, при этом доля таких пациентов с каждым годом увеличивается [1; 2].

По результатам анализа информации, собранной методом сплошной выборки из официальной первичной документации пациентов с ожогами, госпитализированных в специализированное отделение за период 2020–2022 гг., определена доля пострадавших до 17 лет включительно (далее – дети). Среди данного контингента установлена доля лиц мужского и женского пола, возрастная структура травмированных, а также этиологическая значимость отдельных травмирующих агентов. Оценку разности между экстенсивными показателями определяли значению по *t*-критерию Стьюдента при уровне значимости $P < 0,05$ для соответствующих объемов выборочных совокупностей.

Из 2291 всех госпитализированных с ожогами, на долю пострадавших детей пришлось 867 человек ($24,7 \pm 0,9$ %), с преобладанием в 1,7 раза мальчиков ($62,7 \pm 1,6$ %), $P < 0,001$. Наибольшее число травмированных ($54,9 \pm 1,7$ %) составили пациенты в возрасте 1–2 года. На долю пострадавших до 1 года пришлось $16,4 \pm 1,3$ % (143 ребенка), а в более старших группах (3–17 лет) – $28,6 \pm 1,5$ %. При распределении числа госпитализированных в зависимости от пола установлено, что в возрасте 1–2 года из 544 мальчиков было 300 человек ($55,1 \pm 2,1$ %), а из 323 девочек – 176 ($54,5 \pm 2,8$ %). Существенных различий между приведенными относительными показателями не отмечено ($P > 0,05$). В возрасте до 1 года относительное число детей разного пола также была одинаковым ($17,1 \pm 1,6$ % и $15,5 \pm 2,0$ %; $P > 0,05$). Аналогичная закономерность сохранялась и для более старших детей (3–17 лет): на долю мальчиков пришлось $27,8 \pm 1,8$ %, а девочек – $30,0 \pm 2,5$ % ($P > 0,05$).

Выравнивание по параболе первого порядка значений динамических рядов, отражающих возрастную структуру травмированных за два временных периода (до и после возрастной группы 1–2 года с самым большим числом пострадавших) установлено, что в возрасте до 11 месяцев при средней доле пострадавших за данный период 2,06 % отмечалась тенденция к росту на 0,47 %, а у более старших детей (3–17 лет) наоборот, отмечено снижение доли пострадавших на 0,16 % при среднем значении пострадавших 3,58 %.

Среди общего числа пострадавших у подавляющего большинства ($98,0 \pm 0,5$ % или 850 человек) причиной травмы явился термический фактор

(горячие жидкости, пламя, твердые горячие предметы, электрический ток). Химические ожоги диагностированы у 11 человек ($1,3 \pm 0,4$ %). Еще 7 пациентов ($0,8 \pm 0,3$ %) госпитализированы с холодовой травмой (отморожение). При сравнительной оценке структуры травмирующих агентов у детей разного пола установлено, что каждый из указанных факторов в равных долях отмечен как у мальчиков, так и у девочек. В частности, термические агенты стали причиной ожога у $97,4 \pm 0,7$ мальчиков и у $98,8 \pm 0,6$ % девочек ($P < 0,05$); химические – у $1,1 \pm 0,4$ % и $1,2 \pm 0,6$ % ($P < 0,05$). Что касается детей с отморожениями, то все 7 пациентов были мужского пола.

Поскольку ведущей причиной травмирования оказались термические факторы, проанализирована эпидемиологическая их значимость у детей разного возраста. Установлено, что из 850 пострадавших 439 ($51,6 \pm 1,7$ %) составили дети в возрасте 1–2 года. Доля пострадавших из числа детей до 11 месяцев включительно составила $16,7 \pm 1,3$ % (142 человека), а более старших (3–17 лет) – $31,6 \pm 1,6$ % (269). При распределении числа травмированных в зависимости от пола установлено, что из общего числа пострадавших мальчиков на возраст 1–2 года пришлось 274 человека ($51,1 \pm 1,2$ %), а из 320 девочек – 165 ($51,6 \pm 2,8$ %), $P > 0,05$. В других возрастных группах отмечена аналогичная закономерность, но при более низких показателях: $17,2 \pm 1,6$ % и $15,9 \pm 2,0$ % ($P > 0,05$) в возрасте до 11 месяцев включительно; $31,1 \pm 2,5$ % в сравнении с $32,5 \pm 2,6$ % ($P < 0,05$) у детей 3–17 лет.

Таким образом, группой повышенного риска при ожоговой травме являются дети в возрасте 1–2 года, с преобладанием в 1,7 раза лиц мужского пола. Доли пострадавших мальчиков и девочек в отдельных возрастных группах существенно не различаются. Ведущими причинами ожогов у детей разного пола и возраста в равной степени являются термические факторы с наибольшим числом пострадавших в возрасте 1–2 года.

Список использованных источников

1. Глуткин, А. В. Термический ожог кожи у детей раннего возраста (опыт эксперимента и клиники): монография / А. В. Глуткин, В. И. Ковальчук. – Гродно: ГрГМУ, 2016. – 180 с.

2. Burn injuries among children from a region-wide pediatric burns unit / K. M. Alnababtah [et al.] // Br J. Nurs. – 2011. – Vol. 20. – P. 158–62.

УДК 577.151:612.015.1:004.9

МОЛЕКУЛЯРНО-СТРУКТУРНАЯ ГОМОЛОГИЯ ФЕРМЕНТОВ ГЛИКОЛИЗА И ПЕНТОЗОФОСФАТНОГО ПУТИ ЧЕЛОВЕКА И НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Пинчук П. Ю.

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова

e-mail: polina_mileeva@mail.ru

Summary. *The paper presents data on the molecular structural homology of 16 enzymes of glycolysis and the pentose phosphate pathway of carbohydrate metabolism in humans, pigs, laboratory rats and the pulmonary freshwater mollusk *Biomphalaria glabrata*. Compared with humans, the similarity of amino acid sequences of enzymes in laboratory rats was found in the range of 98.63–81.79 %, in pigs – 99.08–88.96 % and in mollusks – 74.22–37.31 %; according to the tertiary structure of enzyme proteins – in laboratory rats in the range of 96.97–81.79 %, in pigs – 99.08–89.94 % and in shellfish – 74.38–36.70 %. The data obtained justify the possibility of using simpler animals in biomedical research.*

Актуальной проблемой современных медико-биологических экспериментальных исследований является подбор модельных организмов с учетом современных этических правил их использования: сокращение количества животных, использование более простых живых организмов и исключение их «страданий», т. е. острого стресса. На протяжении последних лет сотрудниками нашей кафедры было опубликовано монография и ряд статей по обоснованию использования простых модельных организмов, а именно легочных пресноводных моллюсков [1–4].

Целью исследования был анализ молекулярно-структурной гомологии ферментов распада гликогена (Glycogen phosphorylase, liver form), гликолиза (hexokinase-2, hexokinase-3, Glucokinase regulatory protein, ATP-dependent 6-phosphofructokinase, liver type; Fructose-bisphosphate aldolase A, Fructose-bisphosphate aldolase B, Fructose-bisphosphate aldolase C, ATP-dependent 6-phosphofructokinase, liver type), глюконеогенеза (Fructose-1,6-bisphosphatase 1, Glucose-6-phosphatase 2, Glucose-6-phosphatase 3, Glucose-6-phosphatase catalytic subunit 1) и пентозофосфатного пути обмена углеводов (Glucose-6-phosphate 1-dehydrogenase, 6-phosphogluconate dehydrogenase, Ribose-5-phosphate isomerase, Transketolase).

В работе представлены данные о молекулярно-структурной гомологии 16 ферментов гликолиза и пентозофосфатного пути обмена углеводов человека, свиньи, лабораторной крысы и легочного пресноводного моллюска *Biomphalaria glabrata*. По сравнению с человеком обнаружено сходство аминокислотных последовательностей ферментов у лабораторных крыс в диапазоне 98,63–81,79 %, у свиней – 99,08–88,96 % и у моллюска – 74,22–37,31 %; по третичной структуре белков-ферментов – у лабораторных крыс в диапазоне 96,97–81,79 %, у свиней – 99,08–89,94 % и у моллюска – 74,38–36,70 %. Полученные данные обосновывают возможность использования в биомедицинских исследованиях более простых животных.

В процессе исследования не удалось найти данных о белках Glucokinase regulatory protein у свиней, Glucose-6-phosphatase 2 у крыс и моллюсков, Glucose-6-phosphatase 3 у свиней и моллюсков, Glucose-6-phosphate 1-dehydrogenase и hexokinase-3 у свиней и моллюсков и Glucose-6-phosphatase 2 и Glycogen phosphorylase, liver form у моллюсков.

При анализе сходства третичных структур исследованных белков-ферментов выявлены близкие изменения их у модельных организмов по сравнению с аналогичными белками человека. Исключением является лишь один фермент у моллюсков – АТФ-dependent 6-phosphofructokinase, liver type, поскольку не удалось найти данных об аминокислотных последовательностях гена этого фермента у моллюска *Biomphalaria glabrata*, хотя полный геном этого организма аннотирован.

Полученные результаты показывают высокий уровень гомологии ферментов обмена глюкозы у человека и свиней и лабораторных крыс, а также средний уровень гомологии – у человека и легочного пресноводного моллюска. Поскольку первичная структура отвечает за соответствие белка кодирующему его гену, а третичная структура связана с функционированием белка, можно полагать, что лабораторные крысы и свиньи остаются наиболее адекватными модельными организмами для человека. Вместе с тем, в ряде медико-биологических экспериментов можно также использовать легочных пресноводных моллюсков.

Список использованной литературы

1. Чиркин, А. А. Молекулярно-структурная гомология протеолитических ферментов: монография / А. А. Чиркин, О. М. Балаева-Тихомирова. – Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2022. – 124 с.

2. Молекулярно-структурная гомология протеолитических ферментов в изучении механизма протеолиза и его регуляции / А. А. Чиркин [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. – 2021. – Т.57, № 2. – С. 206–217.

3. Чиркин А. А., Молекулярно-биологические критерии отбора модельных организмов для биомедицинских исследований / А. А. Чиркин, П. Ю. Пинчук // Биохимия и молекулярная биология. – 2022. – Том. 1, №1. – С. 114–118.

4. Отбор модельных организмов для биомедицинских исследований посредством изучения молекулярно-структурной гомологии протеолитических ферментов / А. А. Чиркин [и др.] // Новости медико-биологических наук. – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 214–218.

УДК 575.174.4

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ *BF*, *LIF*, *NCOA1* И ИХ АССОЦИАЦИЯ С ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ КАЧЕСТВАМИ СВИНЕЙ

Романишко Е. Л., Киреева А. И., Михайлова М. Е., Гридьюшко Е. С.
Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси,
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»
e-mail: lenaRamanishko@mail.ru

Summary. For the first time, a study of potentially significant polymorphisms of the *LIF* (*rs322167972*), *NCOA1* (*rs335362002*, *rs697739229*) and *BF* (*rs339261793*) genes was carried out on a sample of Landrace and Yorkshire sows of Belarusian selection. Primers were designed to identify the polymorphisms under study. Using proven methods, a sample of pigs ($n = 147$)

was genotyped, and the frequencies of alleles and genotypes were determined. It was shown that the number of born and born live piglets from sows with the LIF^{BB} genotype of the Landrace breed exceeded by 1.0 goals animals with the LIF^{AA} genotype ($p < 0.05$). Nest weight at birth was significantly higher in Landrace animals with the $LIF^{AB/BB}$ genotype compared to animals with the LIF^{AA} genotype by 0.9 kg ($p = 0.017$). Animals with the $LIF^{AA/AB}$ genotype were significantly superior to animals with the LIF^{BB} genotype in live weight of the nest at 21 days by 3.685 kg ($p = 0.018$). A similar trend was observed in Yorkshire animals, but the differences were not statistically significant. A tendency was shown that the live weight of the nest at 21 days was higher in Landrace animals with the BF^{BB} genotype compared to animals with the $BF^{AA/AB}$ genotype by 2.28 kg ($p = 0.054$).

Важнейшим показателем продуктивности свиноматок являются их репродуктивные качества. Поэтому, выявление генетических маркеров, контролируемых репродуктивные признаки свиноматок, в том числе и генных сочетаний, ассоциированных с повышенной вероятностью развития у животных желательного фенотипа, является одной из важных задач ученых селекционеров в свиноводстве. Целью нашего исследования было изучение потенциально-значимых локусов генов BF (rs339261793), NCOA1 (rs335362002, rs697739229) и LIF (rs322167972) и выявление предпочтительных аллельных вариантов исследуемых генов, ассоциированных с репродуктивными качествами свиноматок пород ландрас и йоркшир.

В качестве объекта исследования были использованы свиноматки пород ландрас и йоркшир белорусской селекции ($n = 147$ гол.). Материалом для исследования служила ДНК, выделенная из биологического материала – проб ткани (ушной выщип). Биологический материал свиней и данные по опросам свиноматок пород ландрас и йоркшир предоставлены ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита». Анализ последовательности исследуемых генов проводили с помощью базы данных Ensembl и NSBI в форматах FASTA. В результате этого сформирована панель потенциально-значимых полиморфизмов генов, ассоциированных с репродуктивными качествами свиноматок (табл. 1).

Таблица 1 – Панель локусов генов, ассоциированных с репродуктивными качествами свиноматок

Наименование гена	Позиция в хромосоме	Полиморфизм	Локация в референсной последовательности	Тип мутации
BF	Ch 7:24035584	rs339261793	NC_010449.5:g.24035584A>G ENSSSCT00000036375.4:c.742+58A>G	A > G
NCOA1	Ch 3:114052819	rs335362002, rs697739229	NC_010445.4:g.114052819A>G ENSSSCT00000039793.3:c.1972T>C NC_010445.4:g.114052820T>G ENSSSCT00000039793.3:c.1971A>C	T > C (Leu658=) A > C (Val657=)
LIF	Ch 14: 47224772	rs322167972	NC_010456.5:g.47224772A>G ENSSSCT00000044908.2:c.*24T>C	T > C

С помощью разработанных методов было проведено молекулярно-генетическое тестирование выборок свиноматок пород ландрас ($n = 76$ гол.) (табл. 1), йоркшир ($n = 33$ гол.) по локусам генов BF, NCOA1 и LIF. Статистический анализ проводился с использованием программ Microsoft Excel (Microsoft Corporation, США) и SPSS v.20.0 (IBM, США). Уровень статистической значимости p при множественных сравнениях вычислялся экспериментально для каждого конкретного случая (сравнения) с использованием точного критерия Фишера. Для сравнения количественных данных после проверки на гомоскедастичность (тест Левена, Levene test) и нормальность распределения (критерий согласия Колмогорова) использовали метод ANOVA.

Анализ ассоциаций исследованных полиморфизмов генов выявил, что животные породы ландрас с генотипом LIF^{BB} являются предпочтительными по таким показателям, как количество рожденных и рожденных живых поросят; предпочтительным генотипом по показателю масса гнезда при рождении является LIF^{AB/BB}; по показателю крупноплодность предпочтительным генотипом является LIF^{AA}. Это обусловлено отрицательной корреляцией данных признаков между собой, как правило относительная живая масса каждого поросенка уменьшается пропорционально их количеству в гнезде. У животных породы йоркшир достоверных различий между генотипами свиноматок и их воспроизводительными признаками по гену LIF выявлено не было и соответственно не выявлены предпочтительные генотипы, что может быть связано с недостаточной выборкой животных. В нашем исследовании показана тенденция, увеличения живой массы гнезда в 21 день, так называемой молочности ($p = 0,054$) и массы 1 головы в 21 день ($p = 0,098$), у животных породы ландрас с генотипом BF^{BB}, который может быть предпочтительным по данным показателям. Достоверных ассоциаций между разными генотипами гена NCOA1 и показателями воспроизводительных качеств свиноматок пород ландрас и йоркшир не было выявлено, что может быть связано как с недостаточной выборкой, так и с особенностью генома в результате селекции данной популяции, что не дает возможность использовать ген NCOA1 в качестве маркера воспроизводительных качеств свиней в исследованных выборках.

УДК 582.288:581.92

ECOLOGICAL IMPORTANCE OF *TRICHODERMA* SPP. AND THEIR SECONDARY METABOLITES FOR ORGANIC FARMING

Kharitonchik Anna, Russkikh Ivan

Republican center of ecology and local study

State scientific and production association "chemical synthesis and biotechnology", Belarusian state university

e-mail: olgaburda@tut.by

Summary. *The development of organic farming around the world and in Belarus in the last 10–15 years has shown the importance of studying and introducing biological methods for combating plant diseases. For this, studies of various microorganisms are carried out throughout the world, which can become the basis for modern plant protection products that do not damage the environment and human health. The widespread occurrence of fungi of the genus Trichoderma attracted our attention due to the possibility of isolating and studying them to identify new highly active strains with a protective function, as well as useful for agriculture. For example, many people, including my family, are engaged in composting plant residues in order to obtain organic fertilizer. Adding Trichoderma to such a compost would speed up its maturation and also give it the property of a plant protection product.*

Therefore, the goal of our work was to create a collection of *Trichoderma* strains of various origins and conduct a comprehensive study of it in order to select isolates that are most promising for crop production.

We have used a number of standard microbiological methods to locate, isolate, collect, maintain and preserve isolates of *Trichoderma* fungi. We also used special published methods to describe isolates and study their special characteristics: growth rate on various substrates and under various other conditions, the ability to release secondary metabolites, antagonism towards phytopathogenic fungi.

As a result of the experimental work, we have created a collection of fungi of the genus *Trichoderma* and described it according to different parameters. We have also identified the most promising isolates for creating a biological plant protection product.

The scientific novelty of the work lies in the collection and study of new, previously unexplored *Trichoderma* isolates. The practical and economical significance of the work lies in the collection and assessment of a wide range of *Trichoderma* isolates for some important economic traits, which can be used in various directions, for example, to protect plants from diseases and stimulate their growth.

Based on the data obtained during the execution of the work, we can draw the following conclusions:

1. Well-decomposed wood, fruiting bodies of mushrooms, as well as the soil are inhabited by mushrooms of the genus *Trichoderma*. The fruiting bodies of the present tinder fungus are the richest source of a variety of fungi of the genus *Trichoderma*.

2. The created collection of *Trichoderma* isolates has a significant diversity in the morphological characteristics of the mycelium. The distribution by morphological groups is heterogeneous.

3. The collection contains both slow and fast growing isolates. At the same time, the growth rate of mycelium in isolates differs depending on the period from

the beginning of growth. Isolate 35 has the highest growth rate, which is not inferior in this indicator to industrial strains from commercial preparations.

4. Isolates in the collection exhibit a different capacity for cellulose utilization. The best growth rate on the medium with cellulose was shown by isolate 22, which is not inferior to isolates from commercial preparations.

5. Wood, fruiting bodies of fungi, as well as soil are inhabited by fungi of the genus *Trichoderma*.

6. Some isolates from our collection are capable of synthesizing siderophores.

7. Many isolates are capable of inhibiting the growth of soil pathogens. Perhaps this is due to the fact that fungi of the genus *Trichoderma* are soil fungi. The pleasant result was that *Trichoderma* suppressed phytophthora well.

8. The growth of isolates at a temperature of 37 degrees Celsius shows the impossibility of using such isolates for the needs of crop production.

The main practical conclusion is the creation of a prototype of a commercially viable biological product that can be widely introduced into the practice of organic and conventional farming through its commercialization.

Reference

1. Alimova F. K., Modern system *Trichoderma* / *Hypocrea*, 2005. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-sistema-Trichoderma-hypocrea/viewer?fbclid=IwAR2tAdra4l9W-b22ZDDSDARnsY5sK2NMnAPM2n>.

2. Claus, H. Laccases: structure, reactions, distribution *Tech* / H. Claus // *Micron*. – 2004. – V. 35. – P. 93–95 (in Russian).

УДК 338

毛发宏扫描全息分析系统

任新宇 (Ren Xinyu)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail: rxy18202423697@163.com

Summary. *The existing disease diagnosis techniques are more or less harmful to the human body, so a simple and non-invasive disease screening technology is urgently needed. This paper introduces a hair scanning technique for the diagnosis of diseases.*

Anatomically, human scalp hair is divided into thalamic layer, cortex and medulla. The medulla is located in the center of the cortical fibers and can be missing, broken or continuous. Existing studies have found that the thalamic layer and cortex of hair have different functions and functions. However, the hair medulla is simply considered to be an irregular gap with many holes in the center of the hair, and the research on the function and function of the medulla is not satisfactory. It can be used as a diagnostic tool to study whether changes in the medulla structure of hair are related to some diseases. Scanning hair samples can

be used as a simple, cheap and non-invasive screening technique for the diagnosis of diseases, which has practical significance.

At present, the construction of hair scanning device, the collection and induction of hair data and the stitching of hair images have been completed. The specific contents of these three aspects of work will be introduced below.

The first is the construction of the hair scanning device, which includes four modules. The image acquisition module collects the microscopic image of the hair from the microscope by using a digital camera and saves the microscopic image; the transmission module, a mechanical device, is used to control the movement and straightening of the hair under the microscope, which is easy to focus and take a complete microscopic image of the hair. Include a hair tension unit (for straightening the hair, convenient for digital camera focus and microscopic image acquisition), a hair movement unit (for automatically moving the hair and taking continuous hair microscopic images), and a hardware control module for controlling the work of the transmission device and digital camera. The image analysis module is used to process and analyze the microscopic image of the hair collected by the image acquisition module, and obtain the data information such as the length of the hair pith, and obtain a complete microscopic image of a hair through the image mosaic technology.

Then there is the collection and induction of hair data. at present, 133 groups of hair images of cancer patients and 43 groups of healthy people have been collected, and the hair image data are numbered, and an information index table is established according to the number. record the age, disease, hair length and other basic information of the person to which the hair belongs.

The last part is the stitching work of the hair, which adopts the following stitching algorithm: first, the background of the hair is changed to white by logical operation, and the background of the hair image is separated; second, the pixel points of the hair image are searched, and the hair is fixed at the same horizontal line by clipping. Thirdly, the three-channel hair image channel is divided into three single-channel hair images. The three-channel R-MagneGMagneB three-channel image is weighted fused, and the three-channel image after fusion is fused to get the mosaic image.

To explore the feasibility of diagnosing immune diseases through hair: with the continuous development and progress of information technology, how to use these techniques to help patients or doctors make preliminary diagnosis quickly and efficiently has become a hot topic. This project provides a new method for disease screening and diagnosis by exploring the correlation between hair medulla structure and disease.

Simple, non-invasive disease screening method: scanning hair samples is simple, cheap and non-invasive, which not only facilitates diagnosis and treatment, but also promotes the work efficiency of doctors, which is of positive significance to disease diagnosis.

The hair microscope macro-scanning system has been basically built: the hair micro-scanning system can automatically and quickly collect complete hair

microscopic images. The built hair scanning device can be used to collect the microscopic images of each segment of the hair. By stitching the segmented hair images, a complete and non-repetitive microscopic image of the whole hair can be formed.

УДК 338

**CORPORATE MARKETING STRATEGY –
MEDICAL DEVICE DIRECTION**

吕修德 (Lyu Xiude)

白俄罗斯国立大学 (School of Business of Belarusian State University)

e-mail: 18253339110@163.com

***Summary.** This thesis focuses on the marketing strategy of medical device enterprises, in-depth analysis of the current market situation and development trend of the medical device industry, through the discussion of marketing strategy, to provide medical device enterprises with marketing strategy plan suggestions. The first part describes the background, the current situation of the medical device market, and the marketing strategy of the enterprise, and the middle part describes the characteristics of the marketing strategy of the medical device enterprise, the offline promotional strategy as well as the online promotion and sales. Finally, brand building strategy and the importance of online marketing and conclusion are introduced.*

当今医疗行业市场在大背景下医疗器械企业需要采取有效的营销策略来提升市场份额和竞争力。医疗器械其市场规模庞大且增长迅速。根据世界卫生组织的数据，全球医疗器械市场规模在近年来保持着稳定增长的趋势。预计到2026年，全球医疗器械市场规模将达到1.5万亿美元。随着人口老龄化程度的加剧、医疗技术的进步、人们对健康的关注程度不断提高，医疗器械市场的发展潜力巨大。然而，同时也面临着许多挑战和竞争。由于技术的进步和市场需求的不断变化，医疗器械市场的竞争日益激烈。各个企业都在努力提高产品的创新性、功能性和质量，以满足消费者对于高效、安全和便捷的医疗器械的需求。

医疗器械市场的现状呈现出持续快速增长的态势。随着人口老龄化、疾病发病率上升以及医疗技术的不断进步，对医疗器械的需求不断增加。同时，医疗健康产业的发展也促使了医疗器械市场的扩大。在市场结构方面，医疗器械市场呈现出多层次、多领域的特点，包括高端医疗器械、中端医疗器械和普通医疗器械等。

企业营销策略对企业的发展具有重要影响。首先，营销策略能够帮助企业识别市场需求并将其转化为市场机会，从而满足不断变化的市场环境，提高企业的市场竞争力。其次，营销策略能够帮助企业树立品牌形象，增

强品牌价值。第三，营销策略可以帮助企业获得市场份额，扩大市场影响力。

医疗器械企业营销策略具有以下特点：1. 医疗器械市场的专业性2. 医疗器械的安全性和有效性要求。3. 持续创新和技术优势。4. 客户关系和服务。5. 法律法规和监管要求。

线下促销策略：在医疗器械行业，线下促销策略能够有效地吸引消费者，提高品牌认知度。比如专卖店促销、POP促销、展会促销等手段来营造热闹的氛围。此外，与医疗机构建立合作关系，为其提供免费赠品、试用装等福利。通过与医疗机构合作，企业可以直接接触到潜在客户。

线上销售策略：在全球疫情防控期间，线上销售得到了快速发展和推动，成为企业布局的重点。为了在激烈的市场竞争中占据优势，企业需要积极开展线上推广和销售。线上推广和销售可以通过各种渠道展开，如微信公众号、微博、直播间、电商平台等。通过与这些平台的合作，企业可以将产品和服务展示出来，提高品牌影响力，吸引更多的用户。

品牌建设策略是企业市场竞争中打造和塑造企业品牌形象的总体规划和实施方案。在医疗器械行业，品牌建设是至关重要的，它直接影响着企业在市场中的竞争力和声誉。品牌建设策略的核心目标是通过有效地传递品牌价值和理念，赢得患者和医疗机构的信任和认可。

网络营销是企业提升品牌美誉度、扩大市场份额、提高销售价值不可缺少的战略手段。一方面，网络营销可以降低企业市场推广成本，提高投资回报率，另一方面在全球化、信息化的今天，人们已经离不开网络。因此，网络营销也可以更好地帮助企业抵御市场风险，并推进商品销售和服务质量的提升。

结语：医疗器械公司采用的营销策略对其整体成功和市场竞争力起着至关重要的作用。首先，了解目标受众及其具体需求对于开展有效的营销活动至关重要。此外，充分利用线下营销和线上社交媒体平台和内容营销等强大的数字营销技术。最后，紧跟新兴技术和行业趋势对于保持创新和竞争优势至关重要。总之，实施全面的战略营销方法对于医疗器械公司在当今充满活力的医疗保健行业中茁壮成长至关重要。

YDK 338

履带式微型自主播种机器人结构设计

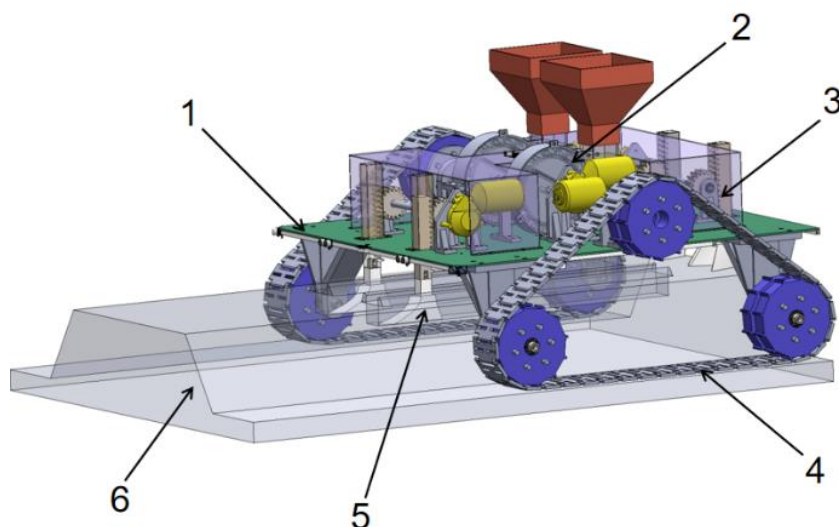
常学良 (Chang Xueliang)

青岛农业大学 (Qingdao Agricultural University)

e-mail: cxl.6666@foxmail.com

Summary. *The miniature peanut autonomous seeding robot demonstrated in this paper can adapt to the agronomic requirements of peanut planting in different regions by adjusting the seeding parameters, which has certain uniqueness and application value.*

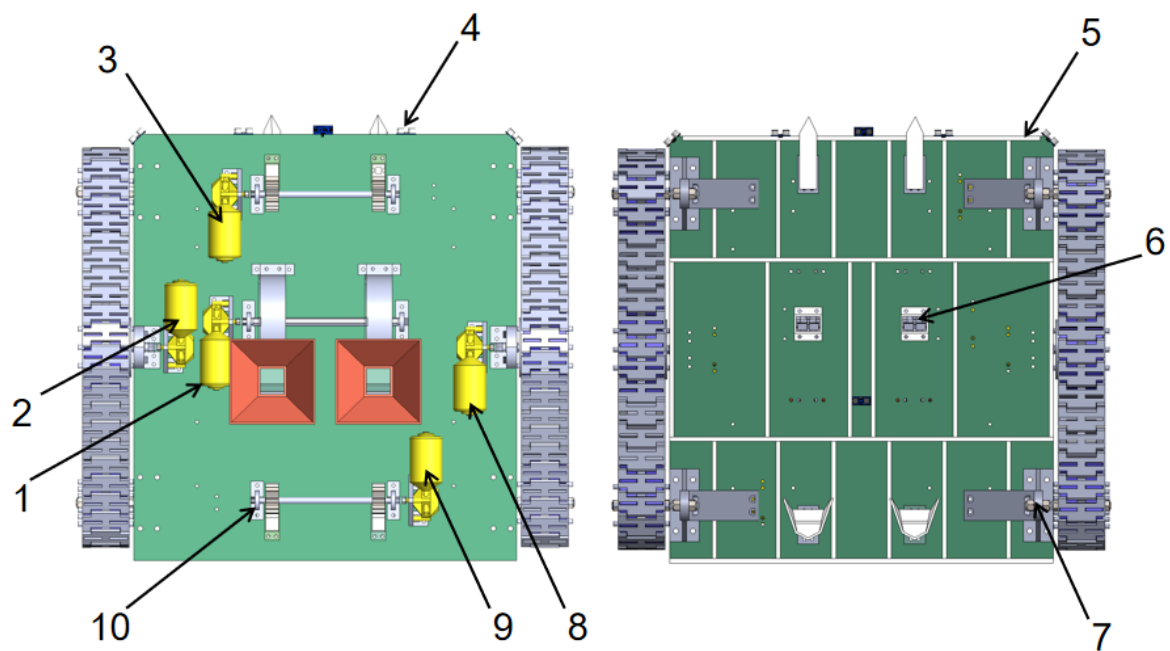
花生具有较高的食用率和榨油率，多采用一垄两行的方式播种。种植时应满足以下要求：垄顶高为 20~25 cm，垄顶宽为 50~55 cm，垄底宽为 80~85 cm，播种深度为 3~5 cm，播种间距为 12~18 cm，垄上行距为 20~25 cm。



1. 机架 2. 播种机构 3. 覆土机构 4. 履带 5. 开沟机构 6. 花生垄

图 1 – 花生播种机整体结构示意图

如图 1 所示本文介绍的花生自动播种机可以自主行走，并根据播种时的实际情况进行播种参数的调节。该机器由以下部分组成：行走机构、播种机构、开沟机构、覆土机构、机身以及控制组件。行走机构采用三角履带式以提高机身平台的高度，保证触土部件的活动空间。两个主动轮为履带提供动力，并共同控制机器的运行动作开沟机构主要由三个部分组成，分别是驱动齿轮、从动齿条和开沟器。两个驱动齿轮通过同一根轴相连并由同一电机驱动。当该机器前进时，驱动齿轮驱动开沟器上下移动，进而调整播种深度。播种机构采用勺式机械结构，播种轴转动时带动播种盘转动，种子将会被播种盘上的勺子携带走，并在落种口掉落进入开好的沟槽内。播种间距由种子下落的速度和机器前进的速度之差决定。通过控制与播种轴相连电机的转速的快慢调节落种，进而调整播种间距。覆土机构与开沟机构雷同，它的主要功能是将种子埋于垄中。上述四个部分被安装在机架的不同位置。控制组件主要有 CPU、电机驱动器、传感器、GPS 模块等组成。



1. 播种电机 2. 左履带驱动电机 3. 开沟电机 4. 传感器 5. 加强管 6. 落种管 7. 履带轮固定架 8. 右履带驱动电机 9. 覆土电机 10. 轴固定座

图 2 - 花生播种机仰、俯视图

该机器较现有的花生播种机在体型方面得到了大大缩减，生产成本大大降低。此外，由于具备自主播种的能力，可以为花生播种环节无人化，特别是崎岖山地无人播种机械发展提供研究思路。

Научное издание

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ – 2023

Сборник материалов
X Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума

9–10 ноября 2023 года

Том 1

Подписано в печать 05.12.2023. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 20,23. Уч.-изд. 10,80. Тираж 100. Заказ 979.

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.

