

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

СОТРУДНИЧЕСТВО – КАТАЛИЗАТОР ИННОВАЦИОННОГО РОСТА

Сборник материалов
6-го Белорусско-Балтийского форума

Минск, 22–23 декабря 2020 года

Минск
БНТУ
2020

УДК 082 (476+474) (06)
ББК 72я43

В сборник включены материалы 6-го Белорусско-Балтийского форума «Сотрудничество – катализатор инновационного роста» по следующим направлениям: международная инновационная деятельность и предпринимательство, инженерия поверхностей, новые материалы и технологии, медицинская техника и технологии, информационно-коммуникационные технологии и искусственный интеллект, биоразнообразие и экология.

ISBN 978-985-583-610-1

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО	7
<i>А.Ю. Жевлакова.</i> Приемы и методы неценовой конкуренции в промышленности	7
<i>А.И. Лойко.</i> «Один Пояс-Один Путь»: возможности инновационной деятельности	9
<i>А.О. Ганущенко, О.В. Козленкова.</i> Методы стимулирования инвестиционно-инновационного развития предприятий.....	11
<i>А.В. Вавилов, А.Л. Дашко, А.А. Замула.</i> Разработка инновационных методов получения материалов из строительных отходов для устройства твердых покрытий внутрихозяйственных дорог.....	13
<i>А.В. Данильченко, С.А. Харитонович.</i> Модель реализации концепции экономики знаний в территориально-инновационных структурах	15
<i>А.А. Рубан, О.В. Козленкова.</i> Цикл эволюции традиционного города в инновационный.....	17
<i>А.Ю. Калинин.</i> Мировой опыт организации патентно-информационного сопровождения исследований и разработок.....	19
<i>Н.П. Пономарёва.</i> Индикаторы инновационного развития Республики Беларусь	21
<i>А.В. Смёткина.</i> Влияние интеллектуального потенциала на инновационную деятельность предприятия.....	23
<i>М.В. Вечерский.</i> Стимулирование инновационной активности предприятий Республики Беларусь	25
<i>Н.А. Дудко.</i> Развитие предпринимательской среды университета: роль научно-технологического парка	27
ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ	29
<i>К. Бучелис, К. Жлёба, Е. ШкаMAT.</i> Лазерное легирование поверхности мартенситно-стареющей стали	29
<i>Е. ШкаMAT, Ж. Чепуке, О. Чернашеюс.</i> Получение наноструктурированных термически напылённых NiCrFeCSeB/WC покрытий с использованием лазерной обработки.....	30

<i>О.Г. Девойно, А.П. Пилипчук.</i> Газопламенное напыление сверхвысокомолекулярного полиэтилена на поверхность пара-арамидных тканей	32
<i>В.В. Мешкова, О.Г. Девойно.</i> Триботехнические характеристики комбинированных покрытий, содержащих керамическую фазу	34
<i>Э.А. Ванюк, И.О. Соколов, М.А. Леванцевич.</i> Исследование влияния нанокремнеземных модификаторов на триботехнические характеристики композиционных газотермических покрытий.....	36
<i>И.А. Врублевский, Р. Карпич, К.В. Черянкова, А.К. Тучковский, Н.В. Лушпа.</i> Улучшение фотоэлектрических свойств ячейки перовскита на основе метиламмония иодида свинца путем оптимизации характеристик катодного слоя TiO_x	38
РЕЗУЛЬТАТЫ СОВМЕСТНЫХ ПРОЕКТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	40
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ.....	40
<i>О. Карустыньски.</i> Использование лазерной локальной обработки для повышения изгибной жесткости.....	40
<i>Е.И. Барановская, А.А. Мечай, Р. Шяучюнас.</i> Особенности получения быстротвердеющих высокопрочных сульфатомоноферритных цементов.....	42
<i>И.М. Азаренко, Ю.А. Климош, С.Е. Баранцева.</i> Расширение диапазона сырьевых компонентов керамических масс при получении пористых теплоизоляционных материалов.....	44
<i>К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая, И.И. Фоменок, Л.А. Чернякевич.</i> Использование в производстве автоклавного ячеистого бетона модифицирующих добавок, обеспечивающих ресурсосбережение и повышение качества готовой продукции	46
<i>А.Г. Губская, А.П. Гапотченко, К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая.</i> Исследования возможности замены природного щебня и гравия вторичным сырьем при строительстве и ремонте дорог	48
<i>А.С. Жаврид, К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая.</i> Использование минераловатных отходов в технологии производства автоклавного ячеистого бетона.....	50
<i>А.Г. Губская, Т.А. Вашкевич, Н.И. Ушакова.</i> Обеспечение радонозащиты в зданиях.....	51
<i>А.Г. Губская, Т.В. Воловик, А.П. Гапотченко.</i> Разработка окрасочных покрытий для силикатных материалов на основе кремнеземсодержащих техногенных отходов	53

<i>Ж.П. Чигринова, Л.Н. Махленкова, Н.В. Якимчук.</i> Преимущества использования керамических стеновых материалов в строительстве.....	55
<i>А.Г. Губская, О.Н. Лебедева, А.В. Лоско, В.В. Лоско.</i> Разработка санитарующей теплоизоляционной штукатурки.....	57
<i>Ю.Г. Павлюкевич, Ю.А. Климош, Н.Н. Гундилович, Г. Скрипкиунас, О. Кизиниевич.</i> Двухслойные пористые керамические материалы для микрофльтрации дисперсных систем.....	59
<i>Е.П. Ходан.</i> Разработка методики определения износостойкости асфальтобетона	61
<i>Ю.С. Ушеренко, В.Г. Дашкевич, В.А. Миронов.</i> Структурообразование диффузионных боридных слоев при предварительной активации.....	63
<i>В.Г. Прозорович, А.И. Иванец.</i> Новые наноструктурные каталитические материалы на основе $MgLn_xFe_{(2-x)}O_4$, для деструкции органических поллютантов.....	65
<i>Ю.А. Булавка, В.А. Ляхович.</i> Состав против смерзания и пыления углеродистых материалов	67
<i>Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская.</i> Получение материалов косметологического назначения методом электроформования.....	69
<i>В.Р. Стемпицкий, М.С. Баранова, В.А. Скачкова, Е. Тамулене.</i> Основные результаты Белорусско-Литовского сотрудничества в области теоретического исследования новых материалов.....	71
<i>И.Ю. Комадей, Е.М. Жуковский.</i> Геодезический метод определения ровности дорожного покрытия с использованием квадрокоптера	73
МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	75
<i>П.М. Морозик, В. Алекна, Э.В. Руденко, М. Тамулайтене, Е.В. Кобец.</i> Фармакогенетические аспекты антирезорбтивной терапии остеопороза	75
<i>М. В. Дудкина, В.Ф. Карпович.</i> Повышение качества медицинского обслуживания как результат совместных проектов Беларуси и Балтии	78
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ	80
<i>Г.Д. Веренич, С.В. Марцева, Е.С. Гуторова.</i> Вопросы внедрения информационно-коммуникационных технологий в лесное хозяйство Республики Беларусь	80
<i>А.Г. Гривачевский, В.А. Карабанович, М.Я. Ковалев.</i> Перспективы развития цифровых технологий в промышленности и социальной сфере Республики Беларусь	82

<i>Н.С. Монтик.</i> Система подсчёта пассажиропотока с использованием компьютерного зрения.....	84
<i>М.П. Гринчук.</i> Искусственный интеллект: объект либо субъект правовых отношений.....	86
<i>И.И. Ганчерёнок, Н.Н. Горбачёв.</i> Трансформация обучаемости взрослых и информационные технологии.....	88
<i>Д.С. Завацкая, О.В. Козленкова.</i> Применение информационно-коммуникационных технологий обучения студентов. Опыт Белорусского национального технического университета.....	90
<i>А.В. Лопухов, В.Р. Драгун.</i> Перспективная технология синтеза регулятора для бортовой системы стабилизации зенитной управляемой ракеты.....	92
<i>Т.М. Сукасян.</i> Оптимизация развозки пассажиров городским транспортом....	94
<i>Е.М. Еловая.</i> Применение новых цифровых технологий в туристической сфере.....	96
БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ.....	99
<i>А.С. Шкирман.</i> Охрана окружающей среды: взаимосвязь политики государства с социально-экономическим развитием.....	99
<i>М.Н. Велитченко.</i> Перспективы применения системы обращения с отходами стран Балтии в Республике Беларусь.....	101
<i>В.В. Лесюкова, Д.А. Лапченко.</i> Пути снижения выбросов железнодорожного транспорта в Республике Беларусь.....	103
<i>Я.Л. Страх, О.С. Игнатовец.</i> Перспективы использования морошки приземистой.....	105
<i>С.С. Довнар, А.Д. Пенкина.</i> МКЭ-анализ крутильно-изгибного нагружения бионической несущей структуры, характерной для балтийского региона ...	107
<i>Т.В. Никонович, А.В. Константинов, М.Я. Острикова, И.Е. Баева, Т.В. Кардис.</i> Отработка системы клеточной селекции для индукции соматических мутаций и формирования соматональных вариантов при различном спектральном составе света светодиодных источников.....	110
<i>Н.В. Дыдышко, Т.В. Никонович.</i> Оценка исходного материала перца острого по биохимическому составу плодов.....	112
<i>А.В. Мелещеня, Т.А. Савельева, Т.М. Смоляк, Т.В. Сенченко.</i> Определение изотопного соотношения молочных продуктов как возможность установления их географического происхождения.....	114

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

Приемы и методы неценовой конкуренции в промышленности

А.Ю. Жевлакова

Белорусский национальный технический университет
e-mail: anastasiya.zhevlakova@mail.ru

The article is devoted to the industrial competition methods. The article highlights that today there are price and non-price paths of economic competition. Price competition is carried out by reducing the cost of goods and it is effective in introducing new goods to the market. Non-price competition methods include product diversification, quality improvement, and advertising. The author comes to the conclusion that non-price competition is a more modern method than price competition and has a positive effect on product quality.

Ключевым понятием, выражающим сущность рыночных отношений, является понятие конкуренции. Конкуренция – соперничество, борьба за достижение наивысших выгод, преимуществ. В конкуренции победителем среди покупателей становится тот, кто покупает больше по более высокой цене по сравнению с рыночной, несмотря на их естественное желание приобрести материальные блага по более низкой цене. В борьбе между продавцами и клиентами выигрывают те, кто более сплочен и имеет возможность навязать свою цену. Конкуренция – двигатель экономического прогресса.

Выделяют следующие функции конкуренции:

- выявление или установление рыночной стоимости товара;
- выравнивание индивидуальных стоимостей и распределение прибыли в зависимости от различных затрат труда;
- регулирование перелива средств между отраслями и производствами [1].

Существуют два пути экономического соперничества: ценовой и неценовой. Различие между ценовыми и неценовыми методами конкуренции достаточно серьезное.

Ценовая конкуренция – это вид борьбы с соперниками с помощью снижения стоимости товаров. Чаще всего такой способ используется там, где спрос больше предложения. Еще вариант – когда конкуренция клиентов достаточно большая. Также этот вариант применяется, когда есть предпосылки для чистой конкуренции (многие производители предлагают товар одного вида). Такой путь соперничества с конкурентами нельзя назвать самым действенным. Ведь соперники могут в один момент поставить цены такого же уровня, а то и ниже. В этом случае и сам субъект, и его конкуренты теряют свой заработок. Невзирая на все недостатки, этот вариант, тем не менее, широко используется в случае, если необходимо ввести продукцию на новый рынок. Принимать подобные меры следует очень осмотрительно. Необходимо точно знать, что уменьшение стоимости действительно обернется повышением прибыли, а не убытками.

Неценовая конкуренция предполагает более прогрессивные и современные приемы: выделение собственной продукции среди предлагаемых товаров конкурентами, расширение ассортимента, повышение качества, увеличение расходов на рекламу и гарантийное обслуживание. Использование методов неценовой конкуренции порождает условную денежную устойчивость. Существенным положительным моментом также является то, что конкуренты часто не могут сразу же принять ответные меры, давая сопернику преимущество. Если нововведения оказываются удачными, все траты не только окупаются, но и служат источником дохода.

Все методы, используемые в неценовой конкуренции, можно разделить на 3 большие группы: направленные на усовершенствование продукции; направленные на стимулирование потребителя приобрести товар; направленные на проведение разнонаправленной рекламной кампании [2].

Дифференциация продукции. Целью дифференциации товара является предложение покупателю продукции различных видов, стилей, брендов. Дифференциация товаров является своеобразным вознаграждением за те негативные явления, которые свойственны монополистической конкуренции.

Совершенствование выпущенной продукции и оказываемых услуг. Рост качественных характеристик или пользовательских параметров продукции приводит к увеличению продаж. Конкуренты, которые не заботятся об усовершенствовании своего товара, отходят в сторону.

Реклама. Реклама сокращает связанные со сбытом издержки. Во-первых, реклама способствует более быстрому обороту товара. Во-вторых, она обеспечивает товарам непохожесть среди подобных. Это дает возможность покупателям отслеживать стоимость продукции в различных магазинах и тем самым сдерживать произвол продавцов в установлении наценки.

Таким образом, главное отличие ценовой конкуренции от неценовой в том, что в первом случае поставщик товара делает акцент на увеличении выручки или прибыли – за счет манипуляций с ценой, а также посредством снижения издержек, связанных с производством поставляемых на рынок продуктов. При этом очень часто бывает, что снизить цену на товар становится возможным только при уменьшении расходов, связанных с его выпуском. Иначе фирма попросту перестанет быть рентабельной.

Список использованных источников:

1. Кудашкина, Я.В. Ценовая конкуренция в экономике [Электронный ресурс] / Я. В. Кудашкина // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. – Режим доступа: https://alley-science.ru/domains_data/files/December17/CENOVAYa%20KONKURENCIYa%20V%20EKONOMIKE.pdf. – Дата доступа: 28.09.2020.

2. Должикова, А.С. Неценовая конкуренция: теория, практика / А. С. Должикова // Экономика и управление народным хозяйством: генезис, современное состояние и перспективы развития. – 2018. – № 2. – С. 264–268.

А.И. Лойко

Белорусский национальный технический университет

e-mail: loiko@bntu.by

The article analyzes the paradigm of innovation in the context of the One Belt - One Road initiative with an emphasis on the potential of the Great Stone Industrial Park.

The intellectual tradition of Belarus was formed by the logistics factors of the Great Silk Road in the framework of the dialogue between the West and the East. The route from Scandinavia to China on the territory of Belarus had several transit logistics. Railway logistics connect of Belarus from the Baltic Sea. This integrated logistics with dragging elements was used to transport amber from the coast of the Baltic Sea towards the Mediterranean.

Potential of innovation activity connect industrial park Great stone. The fourth industrial revolution formulated the trend of a digital society based on the network structures of artificial intelligence. One of the conditions of this trend is the compatibility of all participants in social communication. The infrastructure of crowd platforms has been created. It is a place of updating the creative resources of society. Project applicants through crowd platforms have the opportunity to dialogue with potential investors and donors. If in a timely manner the project is gaining the necessary financial support, then it becomes innovative.

Elements of the cognitive economy are “smart enterprise”, “smart city” [1]. The basis of management practices is formed by methods and models of artificial intelligence, intelligent information systems, decision support systems, intelligent data processing. Intelligent production planning systems, dynamic expert systems for dispatching enterprise management, financial analysis and planning using neural networks and evolutionary algorithms, as well as intelligent investment portfolio management and risk management systems are used. An important explanation is the nature of the evolution of organizations and social institutions under structural uncertainty.

The basis is an understanding of the mental activity of a person and a model from the field of cognitive sciences. An interdisciplinary concept of heterodox economic theory has been formed. This theory integrated the sections of cognitive, experimental, and behavioral economies [2]. Formed business analytics, da-ta mining, text mining, web mining, business intelligence. Hybrid intelligent systems have been developed that analyze the consciousness and logic of an expert. They consist of cognitive and analytical levels. The cognitive level provides information for processing at the analytical level.

Cognitive methods of analyzing the consciousness of social agents used, testing is carried out of the quality of decision logic for their brain activity, for parametric tuning of intelligent decision support systems. Methods of pairing forecast models and evaluating unstructured situations are used based on cognitive modeling approaches.

Models reproduce all stages of the decision support process - from analyzing the situation to choosing the best alternative. They are designed to support analysts in the face of uncertainty. The expert's knowledge about the situation is modeled in the aspect of his ideas and preferences regarding the control goal and the dynamic properties of the situation. The influence of emotions on decision making, learning processes, decision making in the absence of time is studied. According to the results of research, a whole group of cognitive distortions is classified.

Thus, the interdisciplinary logistics of artificial intelligence is focused on the tasks of ensuring decision making, as well as on the development of effective computer programs for modeling complexly structured situations in the context of solving economic problems of regions and enterprises. In Belarus, this direction of the cognitive economy has become a trend. It is associated with the development of cyberphysical systems, as well as a systematic analysis of social structures based on models of a smart city, smart home and smart enterprise. The Belarusian National Technical University is a structure integrated into the cognitive economy because it has the resources of the Faculty of Information Technology and Robotics, engineering and economic specialties, and the International Institute of Distance Learning.

References:

1. Walliser, B. (2008), Cognitive Economics. Springer.
2. Ross, D. (2005), Economic Theory and Cognitive Science: Micro explanation. The MIT Press, 2005.

**Методы стимулирования инвестиционно-инновационного
развития предприятий**

А.О. Ганущенко, О.В. Козленкова

Белорусский национальный технический университет

e-mail: arina.ganushchenko@mail.ru

The issues of improving the management of economic development mechanisms based on increasing the innovation potential are described. The directions of increasing the economic efficiency of enterprises in modern conditions based on the use of scientific and technological progress are proposed.

В настоящее время особо актуален структурный поворот от производства и экспорта топливно-энергетических ресурсов к развитию высокотехнологичных и инновационных обрабатывающих отраслей. При этом со стороны государства осуществляется бюджетное финансирование по двум направлениям: в рамках национальных проектов и в рамках программы конкурсного распределения инвестиционного ресурса.

Такое направление бюджетного финансирования при конкурсном распределении инвестиционных ресурсов и ранжировании инновационных проектов с учетом привлекательности данных проектов для потенциальных инвесторов предполагает выделение бюджетных денег на возмездной основе.

Эффективность инвестиционной деятельности во многом продиктована инновационной инфраструктурой – базовой составляющей инновационно-креативной экономики и инновационного потенциала общества. Проблемы развития инновационной экономики способствуют выявлению будущих областей экономического роста и определению их возможного потенциала. В условиях усиливающейся информатизации экономики гораздо большее значение приобретает качество экономического роста, которое выражено в: повышении качества жизни, улучшении экологического фактора, росте рентабельности высокотехнологичных отраслей, устойчивости развития экономики.

Стимулирование инновационной активности предполагает действие рыночного механизма, возможности которого могут быть реализованы с учетом проведения государственными органами власти политики, которая включает в себя несколько способов:

1. Предоставление отраслям реального сектора экономики внутренних ресурсов для инвестиций, через ускоренную амортизацию основных средств;
2. Разработку и реализацию целевых комплексных программ, направленных на техническое перевооружение производства;
3. Формирование на государственном уровне долгосрочной программы экономического развития страны, осуществление выбора приоритетов восстановления и развития отраслей реального сектора экономики, проведение адресного финансирования отдельных предприятий.

Переход к инновационному сценарию открывает путь к модернизации белорусской экономики, к повышению темпов и эффективности ее развития на основе интенсивного использования интеллектуального потенциала и освоения передовых технологий. Инвестирование в инновационные программы на промышленных предприятиях необходимо для создания рыночных механизмов и конкурентоспособной ниши на глобальных рынках высокотехнологичной продукции широкого ассортимента в условиях снижения затрат.

Список использованных источников:

1. Солодилова Н.З., Маликов Р., Гришин К. Прогнозирование инвестиционного потенциала предпринимательства в регионе // Общество и экономика. – 2016. С. 79–95.
2. Бюджетное и заёмное финансирование инноваций [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studref.com/607357/informatika/byudzhethnoe_zaemnoe_finansirovanie_innovatsiy.

**Разработка инновационных методов получения материалов
из строительных отходов для устройства твердых покрытий
внутрихозяйственных дорог**

А.В. Вавилов, А.Л. Дашко, А.А. Замула

Белорусский национальный технический университет

e-mail: ftkcdm@bntu.by

To improve the condition of on-farm roads, it is necessary to install hard surfaces on them at the lowest cost.

The authors are developing innovative methods of obtaining materials for the device of hard surfaces of such roads from construction waste, while reducing financial costs.

В республике насчитывается около 20 тысяч километров внутрихозяйственных дорог, к которым относят прежде всего дороги агропромышленного комплекса, а именно дороги к сельскохозяйственным фермам и сельскохозяйственным угодьям, а также дороги, проходящие через деревни и агрогородки, дороги к школам и клубам. К внутрихозяйственным дорогам относят также: лесохозяйственные дороги и дороги в заказниках и заповедниках, то есть дороги лесохозяйственной и экологической направленности. Большинство таких дорог – грунтовые и гравийные, меньше – с твердым асфальтобетонным и цементобетонным покрытием, требующие капитального ремонта или устройства нового твердого покрытия. Нынешнее состояние внутрихозяйственных дорог приводит к потерям при транспортировке молочной и мясной продукции, снижению ее качества, перерасходу топлива (горючего), частым ремонтам техники, перемещаемой по этим дорогам из-за неудовлетворительного их состояния. Затрудняется также перемещение пешеходов в школы, клубы и т.д. На улучшение состояния таких дорог требуются большие финансовые затраты.

В то же время в результате реновации старых застроек в городах образуются строительные отходы в виде отработанных бетонных и железобетонных конструкций, битого кирпича, рубероида, лома асфальта и т.д. Сегодня большинство таких отходов не используется, увеличивая объемы свалок, что в итоге приводит к нарушению экологического равновесия.

Нами определяются строительные и коммунальные отходы для получения из них материалов для устройства твердых покрытий внутрихозяйственных дорог и их характеристики; разрабатываются концептуальные основы получения материалов из строительных отходов с применением эффективных технических средств для устройства твердых покрытий внутрихозяйственных дорог.

Намечены к разработке методы получения востребованных материалов из целлюлозобитумосодержащих строительных отходов и отходов минерального происхождения с применением эффективных машин и оборудования.

Изыскиваются пути снижения затрат на сбор строительных отходов и их доставку к месту производства востребованных материалов.

Проводимые исследования соответствуют приоритетному направлению научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь на 2021–2025 годы «Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование: новые строительные материалы и конструкции».

Новизна проводимых исследований заключается в разработке и применении методов измельчения крупногабаритных отработанных бетонных и железобетонных конструкций, позволяющих в несколько раз увеличить производительность за счет применения предварительного локального удара и измельчителя непрерывного действия. В то же время традиционно применяют измельчители (дробилки) циклического действия, производительность которых в несколько раз ниже. Поскольку энергоемкость определяется как отношение мощности измельчителя к его эксплуатационной производительности, то применяя непрерывное дробление соответственно снижаются в несколько раз энергозатраты из-за роста производительности. Инновационность наших исследований заключается также в применении для измельчения метода гидроудара.

Поскольку проводимые нами исследования являются актуальными и для Прибалтийских стран, приглашаем к взаимовыгодному сотрудничеству коллег из Балтии.

**Модель реализации концепции экономики знаний
в территориально-инновационных структурах**

А.В. Данильченко, С.А. Харитонович

Белорусский национальный технический университет
e-mail: adanilchenko@bntu.by, sak78@rambler.ru

The article discusses a level model for the implementation of the concept of the knowledge economy, which ensures the consistent and stable development of organizations that form the area of intersectoral synergy of knowledge.

В экономической науке под полюсами роста понимаются определенные территории и расположенные на них организации, представляющие различные виды экономической деятельности (производственные предприятия, научные и образовательные учреждения) и образующие области межотраслевой синергии знаний (ОМСЗ). Именно в полюсах роста, прежде всего, реализуется потенциал экономики знаний, что стало возможным благодаря новым институциональным условиям для ускоренного развития цифровизации и интеллектуализации деловой активности на основе современных информационно-коммуникационных технологиях, при этом человеческий капитал стал ключевым ресурсом экономического роста и благосостояния [1]. Главное свойство полюсов роста заключается в том, чтобы способствовать путем создания благоприятной институциональной среды развитию территориально-производственных систем национальной экономики. При этом организации и предприятия, входящие в ОМСЗ, должны характеризоваться: максимальным объемом производства; лидирующим положением, как минимум в регионе, по виду экономической деятельности; влиянием на экономическое и социальное развитие региона; устойчивой динамичностью развития.

В зависимости от объекта управления предлагается выделить три уровня практической реализации концепции экономики знаний: 1) управление программой развития ядра экономики знаний (ЯЭЗ); 2) управление отдельными проектами, входящими в ЯЭЗ и образующие ОМСЗ; 3) ресурсное обеспечение проектов образующих ОМСЗ. Ресурсное обеспечение проектов связано с оптимизацией и рационализацией материальных и финансовых потоков.

Основными критериями, определяющими динамику и степень реализации экономики знаний, являются финансовая и хозяйственная устойчивость ее ядра как совокупности предприятий и организаций в ОМСЗ. Таким образом, описанная модель реализации концепции экономики знаний примет вид следующего алгоритма как ряда взаимосвязанных действий.

Во-первых, формирование стратегии развития экономики знаний, включающий: а) анализ стартовых условий и оценка исходной ситуации; б) выбор стратегических целей и приоритетов развития экономики знаний и формирующей его ОМСЗ; в) разработка основных направлений реализации стратегических целей.

Во-вторых, формирование портфеля инвестиций, включающий три этапа: а) поиск инвестиционных проектов; б) обоснование и расчет эффективности

портфеля проектов; в) комплексная оценка влияния реализации портфеля проектов на устойчивое развитие ЯЭЗ. При этом влияние проекта на интегральный коэффициент синергии оценивается посредством реализации следующих шагов: пересчета производственно-экономических планов организаций входящих в ОМСЗ; расчета планового значения интегрального коэффициента синергии ОМСЗ в соответствии с представленной методикой [2] исходя из гипотетической реализации потенциального портфеля проектов организаций формирующих ЯЭЗ; анализа полученного результата и оценки целесообразности реализации портфеля проектов с точки зрения стабильного и последовательного развития ЯЭЗ; г) выбор приоритетных проектов.

В-третьих, планирование интегрального коэффициента синергии ОМСЗ, включая корректировку необходимых показателей и собственно расчет динамического ряда интегрального коэффициента синергии ОМСЗ.

В-четвертых, анализ факторов и показателей, обуславливающих изменение интегрального коэффициента синергии ОМСЗ экономики знаний за отчетный период путем сравнения плановых и фактических показателей. По результатам анализа происходит корректировка плановых показателей на период, следующим за отчетным и разрабатываются корректирующие мероприятия по внесению изменений в портфель проектов.

Рассмотренная модель реализации концепции экономики знаний в территориально-инновационных структурах позволяет институционально улучшить развитие наукоемких полюсов роста национальной экономики как совокупности предприятий и организаций входящих в ОМСЗ и формирующих ЯЭЗ.

Список использованных источников:

1. Данильченко, А.В., Харитонович, С.А. Проблемы формирования белорусской экономики знаний в условиях ускоренной модернизации / А.В. Данильченко, С.А. Харитонович // Цифрова трансформація фінансового сектора економіки: зб. тез доповідей за матеріалами V Міжнародної наук-практ. Інтернет-конф., 09–10 квітня 2020 р. – Одеса: ОНЕУ, 2020. – С. 39–42

2. Данильченко, А.В., Харитонович, С.А. Методология оценки уровня развития ядра экономики знаний в условиях модернизации белорусской экономики / А.В. Данильченко, С.А. Харитонович // Международная и межрегиональная интеграция: сб. науч. ст. / VIII Всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием 25 июня 2020 года / [редкол.: С.И. Ашмарина, А.В. Павлова (отв. ред.) и др.]. – Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2020. – С. 52–58.

Цикл эволюции традиционного города в инновационный

А.А. Рубан, О.В. Козленкова

Белорусский национальный технический университет

e-mail: a.ruban126@mail.com

The author presents his concept of innovative changes in the development of cities by comparing such notions as traditional city, enterprise city, studying city, creative city and innovative city. The process of the city development is shown as cyclic transformations in the form of the spiral. The article demonstrates the impact of the innovative city on the development of the adjoining region.

Согласно определению, город не может быть инновационным изначально, а может стать им в результате многолетней реализации частичных стратегий, позволяющих создать основы для нового инновационного города. Выполняя некоторую модификацию представленных условий преобразования города в инновационный, можно в этом отношении принять альтернативную формуле 3Т формулу 3И, т. е. интеллект – институции (учреждения) – инфраструктура. Этот принцип выражает тезис, что город может стать центром инновационности при условии наличия интеллектуальных ресурсов, учреждений, адекватных целям, а также современной инфраструктуры в широком смысле этого слова. Только в таких центрах может функционировать «машина, создающая новинки», специфический механизм, вовлекающий идею, людей и средства, который можно отобразить в виде замкнутого цикла: новые потребности, новые идеи, новые технологии, новые продукты и новые ощущения.

В предлагаемой модели можно выделить следующие этапы эволюции города: традиционный, предприимчивый, учащийся, креативный, инновационный.

Инновационный, циклический процесс изменения города в качестве исходной точки принимает такую систему функциональных и структурных условий, которые определены как традиционный город. Традиционный город – это совсем не отсталый город, приходящий в упадок, а стабильная единица, немного вялая в своем развитии. Можно утверждать, что традиционный город – это город удовлетворенных жителей, стандартных учреждений, повторяемых инфраструктурных решений и довольных собою властей.

Совершенно иным городским организмом является предприимчивый город. Это активный населенный пункт, пребывающий в поиске новых возможностей развития, в котором ведущая социальная группа – это предприниматели. Жители, поддерживаемые властями и неправительственными учреждениями, проявляют отличительную общественную и деловую инициативу. Возникают новые компании, назначаются организации хозяйственного самоуправления, экономические клубы, ассоциации и ремесленные цехи. Создаются новые рабочие места в секторе малого и среднего бизнеса, который поглощает новичков на рынке труда.

Учащийся город – это центр, ориентирующийся на подготовку новых, высококвалифицированных специалистов, это концентрация умов и идей. Создаются условия для работы научно-исследовательских центров и трудоустройства

лучших специалистов. Наука и потребность повышения собственной квалификации касаются общественности, всех жителей города – молодежи, работающих людей, а также лиц пенсионного возраста.

Креативный город – это креативные жители, креативные органы власти и креативные учреждения, в том числе предприятия. В городе регистрируются многочисленные фирмы из области новых передовых технологий – экспериментирующие и испытывающие новые производственные методы и продукты, новые организационные концепции и рецептуры. Креативности и креативному мышлению способствуют сформированные на протяжении лет ресурсы знаний.

Представленный циклический процесс развития городов за счет их ориентации на прогресс, науку, знания и индивидуальную предприимчивость жителей в конечном результате формирует новый образец города – инновационный. В мире глобальной конкуренции города следуют собственным сценариям развития на проверенных стратегиях успеха ведущих инновационных городов. Многие инновационные города будут вытеснены новыми городскими центрами и трансформированы в традиционные города нового поколения. Таким образом, цикл инновационных преобразований городов замыкается.

Влияние инновационного города на региональную окружающую среду и идентификация его форм и результатов требуют принятия следующих предварительных предпосылок:

- город является открытой общественной урбанистической системой;
- города не организуют собственные границы;
- город не может функционировать в условиях изоляции;
- городу для его развития необходимы внешние факторы;
- город борется за доступ к дефицитным факторам развития, но также сотрудничает с теми, у кого имеется избыток этих факторов;
- город «экспортирует» свои продукты – идеи, знания, людей, технологии и продукты;
- город и его концепции развития являются объектом подражания со стороны других населенных пунктов.

Инновационный город, его сила влияния на динамику развития других городов и регионов, согласно закону диффузии информации, зависит от расстояния между соответствующими городами, эффективности сети сообщения и взаимной коммуникации, интенсивности связи – популяризации инновационных проектов и решений. Несомненно, достижениями инновационных городов в наибольшей степени пользуются близлежащие города и регион месторасположения данного города. Таким образом, инновационный город способствует развитию и научно-техническому прогрессу других городов и всего региона. Вся сеть населенных пунктов подлежит динамичным преобразованиям, основанным на предприимчивости, обучении, креативности и инновационности.

Мировой опыт организации патентно-информационного сопровождения исследований и разработок

А.Ю. Калинин

Государственное предприятие
«Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

e-mail: kalinin@park.bntu.by

The article presents the world experience in the implementation of programs and projects for the creation of structures for patent information support, the organization of their activities and support by higher organizations

При осуществлении исследований и разработок одной из ключевых задач является обеспечение научно-технического уровня их результатов, соответствующего лучшим мировым аналогам. Решение данной задачи может осуществляться посредством использования в процессе исследований и разработок патентной информации, которая является индикатором тенденций научно-технического развития и содержит уникальные сведения о созданных ранее результатах научной и научно-технической деятельности [1]. Например, в результате исследования, проведенного Европейским патентным ведомством (заключалось в анкетировании инновационных организаций), была подтверждена значимость использования патентной информации на всех стадиях инновационного цикла [2].

Решение данной задачи в мировой практике решается посредством функционирования специализированных структур, которые обеспечивают сопровождение исследований и разработок необходимой патентной информацией и содействуют ее анализу. Создание указанных структур, как правило, происходит в рамках реализации соответствующих программ и проектов. В настоящий момент наибольшего успеха в данной сфере добились Соединенные Штаты Америки, Европейский Союз, а также Всемирная организация интеллектуальной собственности (далее – ВОИС).

В США под руководством Патентного ведомства реализуется программа по созданию Центров ресурсов патентов и товарных знаков (Patent and Trademark Resource Centers, далее – PTRC). Программа берет свое начало в 1871 году. В рамках программы сформирована национальная сеть PTRC на базе библиотек, которая в настоящий момент включает 85 библиотек различного профиля.

Опыт создания и организации деятельности PTRC был использован Европейским патентным ведомством при создании сети патентных библиотек (PATent LIBrary, далее – PATLIB). Сеть PATLIB (в настоящий момент не все PATLIB фактически являются библиотеками) начала создаваться в 1990 году. Сегодня статусом PATLIB обладает 327 организаций, в т.ч. в Литве – 8 организаций, Латвии – 5, Эстонии – 2.

С 2009 года ВОИС реализует проект по созданию сети центров поддержки технологий и инноваций (Technology and Innovation Support Centers, далее – TISC). Целью создания и деятельности TISC ВОИС определяет обеспечение новаторов доступом к источникам высококачественной технической информации и сопутствующим услугам.

С 2017 г. сеть TISC формируется и в Беларуси на базе Республиканской научно-технической библиотеки и областных филиалов. В 2019 году TISC создан на базе Национального центра интеллектуальной собственности, а в 2020 году – на базе Белорусско-Китайского индустриального парка «Великий камень».

При сравнении услуг, оказываемых указанными выше структурами, можно выделить следующие, которые являются основными составляющими патентно-информационной поддержки исследований и разработок [3]:

- доступ к патентным базам данных;
- обучение поиску и анализу патентной информации;
- консультации по вопросам создания, обеспечения охраны и возможностям использования объектов интеллектуальной собственности;
- непосредственное проведение патентного поиска и анализа.

Важно отметить, что для обеспечения эффективности деятельности структур патентно-информационной поддержки необходимо их сопровождение и поддержка со стороны соответствующих патентных ведомств. В результате сравнения направлений поддержки данных структур со стороны патентных ведомств были выявлены следующие основные направления [3]:

- бесплатный доступ к непатентной информации;
- электронная система коммуникации и координации с участниками сети;
- реализация программ и мероприятий по повышению квалификации;
- проведение мероприятий по обмену опытом.

Также патентные ведомства могут оказывать содействие деятельности структур патентно-информационной поддержки, обеспечивая бесплатный доступ к расширенным инструментам поиска и анализа патентной информации.

Выявленные основные элементы патентно-информационной поддержки (обеспечения) исследований и разработок могут стать основой для совершенствования организации (поддержки) научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь, в т.ч. в рамках реализации программы по созданию TISC, а также в рамках организации межгосударственных научных, научно-технических и инновационных программ и проектов.

Список использованных источников:

1. Калинин, А.Ю. Использование патентной информации в инновационной деятельности / А.Ю. Калинин // Наука и инновации. – 2020. – № 4 (206). – С. 24–27.

2. The European Patent Organisation [Electronic resource] : Innovation process survey: The role of (patent) information in the innovation process. – Mode of access: <https://www.epo.org/service-support/contact-us/surveys/patent-information/innovation-survey.html>. – Date of access: 20.12.2020.

3. Ахраменко, А.Д., Патентно-информационная поддержка научной и инновационной деятельности: зарубежный опыт / А.Д. Ахраменко, А.Ю. Калинин // Новости науки и технологий. – 2018. – № 4 (47). – С. 26–31.

Индикаторы инновационного развития Республики Беларусь

Н.П. Пономарёва

Белорусский национальный технический университет

e-mail: npp7@mail.ru

The article analyzes the indicators of the innovative development of Belarus in 2017-2019, which underlie the assessment of the national innovation system.

Институциональную основу инновационного развития национальной экономики любой страны составляет национальная инновационная система (НИС). Она создаёт необходимые условия и объединяет ресурсы для эффективной научной, научно-технической и инновационной деятельности.

Результаты функционирования НИС проявляются на различных уровнях и включают получение нового знания на уровне открытий и изобретений, патентов на разработки в своей стране и за рубежом, а также инновационной продукции на уровне мировых аналогов.

Развитие инновационной системы Республики Беларусь характеризуется на основе следующих основных показателей, совместимых с методикой ОЭСР, но не сильно изменяющихся с течением времени:

- доля внутренних затрат на исследования и разработки в валовом внутреннем продукте;
- доля промышленных предприятий, осуществляющих инновационную деятельность, в общем числе предприятий;
- доля инновационной продукции в общем объеме продаж продукции на внутреннем и мировом рынках;
- сальдо экспорта-импорта технологий.

В ГПИР 2016–2020 введен новый показатель – количество создаваемых (модернизируемых) рабочих мест.

При оценке перспектив инновационного развития важнейшим показателем является наукоёмкость ВВП. Для стран Европейского Союза он установлен на уровне 3 % ВВП. В Беларуси внутренние затраты на исследования и разработки в 2010–2019 гг. колеблются в диапазоне от 0,5 % ВВП в 2015–2016 гг. до 0,68 % ВВП в 2011 году (наивысшее значение за рассматриваемый период). В 2019 году значение показателя составило 0,59 % ВВП.

Удельный вес инновационно-активных организаций промышленности в их общем числе в 2017–2019 гг. представлен на рисунке 1.

Из рис. 1 видно, что наибольшее количество инновационно-активных организаций в 2019 году функционировало в г. Минске и Брестской области (32,3 % и 32 % соответственно). Самый низкий показатель зарегистрирован по Гомельской области. Скачкообразное увеличение количества инновационных организаций в рассматриваемом периоде произошло в 2017 и 2018 гг. в Брестской и Витебской областях (4,4 п.п. и 3,7 п.п. соответственно).

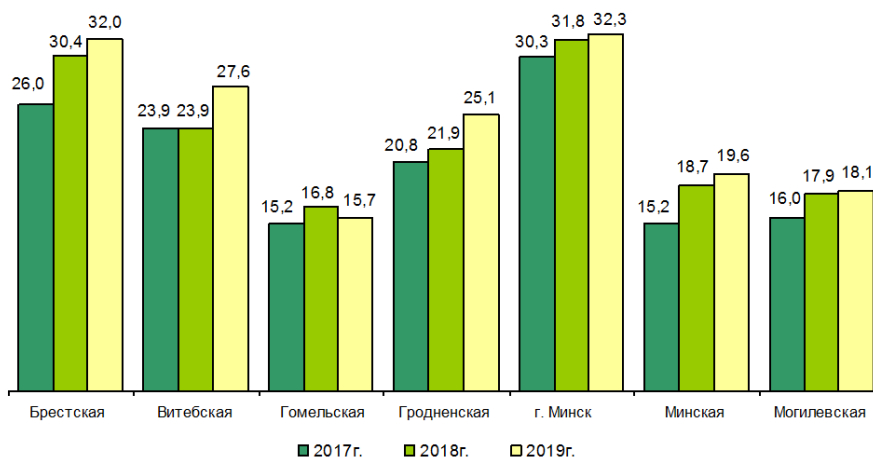


Рисунок 1 – Удельный вес инновационно-активных организаций промышленности в общем числе организаций по областям и городу Минску, в процентах
Примечание – Источник: [1].

Доля инновационной продукции в общем объеме продаж продукции на внутреннем и мировом рынках в последние годы различается. Так, в 2018 году предприятиями Гомельской области на внутренний рынок было отгружено 38 % инновационной продукции от общего объема. В 2019 году данный показатель колебался от 3,4 % до 31,3 % по областям, а в Минске он составил 18 %.

В целом, удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции промышленности по итогам 2019 года составил 16,6 % всей отгруженной продукции. Белорусский экспорт на треть сформирован за счет высокотехнологичной и наукоемкой продукции.

В 2019 году экспорт услуг в области платы за пользование объектами интеллектуальной собственностью составил порядка 100 млн долларов и увеличился на 152 % к уровню 2018 года. Количество договоров о передаче прав на объекты промышленной собственности составило 778, что на 13 % больше, чем в 2018 году.

Динамика науки, технологий и инновационной деятельности показывает необходимость расширения используемых индикаторов инноваций, которые позволяли бы всесторонне оценить инновационную политику страны и выявить направления развития национальной инновационной системы.

Список использованных источников:

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/nauka-i-innovatsii/graficheskiy-material-grafiki>. – Дата доступа: 20.12.2020.

**Влияние интеллектуального потенциала
на инновационную деятельность предприятия**

А.В. Смёткина

Белорусский национальный технический университет

e-mail: a.smiotkina@mail.ru

The main target of innovation is to ensure production efficiency and innovative development. It is the level of intellectual potential that affects the improvement of the innovative activity of the enterprise and production as a whole. Therefore, special attention is paid to personnel and their preparedness, since the employee becomes the main means of increasing the efficiency of innovative activity.

К. Маркс отмечал, что «Каковы бы ни были общественные формы производства, рабочие и средства производства всегда остаются его факторами. Но находясь в состоянии отделения друг от друга, и те, и другие являются его факторами лишь в возможности. Для того, чтобы вообще производить, они должны соединиться» [1, с. 43–44].

«Наличие современных орудий труда, предметов труда и квалифицированных кадров само по себе еще не гарантирует эффективный процесс производства. Эти элементы необходимо соединить и привести в движение на основе организационных связей. Дальнейшее изучение направлений совершенствования экономики предприятий и их подразделений за счет организационного аспекта повышения эффективности производства позволяет глубже вскрыть содержание и функции рассматриваемого фактора» [2, с. 28].

Под инновационной деятельностью понимается деятельность, направленная на усовершенствование инновационного развития предприятия.

В конечном счете, вся работа инновационной деятельности сводится к установлению и достижению обоснованных пропорций производства: организации производственного процесса, труда и управления. Речь идет о сочетании по времени и в пространстве эффективных (лучше оптимальных) пропорций, личных и вещественных компонентов производства: орудий труда, предметов труда и людей.

Инновационный потенциал - это совокупность имеющихся ресурсов, необходимых для совершенствования инновационной деятельности.

Иными словами, инновационный потенциал – это совокупность ресурсов и возможностей инновационной (научно-технической) сферы, эффективное использование которых позволяет обеспечивать поступательное развитие производства.

Основная часть (более 70 %) научно-технического потенциала Республики Беларусь сосредоточена в производственных отраслях в том числе в промышленности почти 50 %, в Национальной академии наук Беларуси – 16 %, в системе образования – 11 % [3].

Особенностью интеллектуального производства является наличие и реализация интеллектуальных возможностей ее персонала, обеспечение эффективности совершенствования инновационной деятельности.

Интеллектуальная организация – это организация, которая постоянно генерирует новшества, осуществляет их воплощение в инновации, обеспечивает конкурентоспособность и стратегические преимущества, создает условия для продуктивного взаимодействия сотрудников, развития и использования их интеллектуального потенциала на основе управления знаниями [3].

Список использованных источников:

1. Маркс, К., Энгельс, Ф. Капитал // Соч. – 2-е изд. – Т. 23. – 515 с.
2. Сатановский, Р.Л., Кантор, Е.Л. Экономическая оценка технического и организационного уровня производства: Учеб. пособие. – Л.: СЗПИ, 1984. – 76 с.
3. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы: Указ Президента Респ. Беларусь от 31 января 2017 г. № 31 [Электронный ресурс] / Официальный сайт Гос. комитета по науке и технологиям Респ. Беларусь. – Режим доступа: ww.gknt.gov.by/upload/iblock/U-20170131-31.rtf. – Дата доступа: 12.04.2018.

**Стимулирование инновационной активности предприятий
Республики Беларусь**

М.В. Вечерский

Государственное предприятие

"Научно-технологический парк БНТУ "Политехник"

e-mail: vecherskiy@park.bntu.by

Today, the development of the economy of any state is inextricably linked to the place and pace of development of the innovation process. Indicators of innovative activity of enterprises largely depend on the innovation policy adopted in the state, as well as on the ways to stimulate innovation activity. In this regard, it is necessary to assess the effectiveness of each measure aimed at the innovative development of the country.

На сегодняшний день вопросы формирования инновационной политики в Республике Беларусь чаще всего рассматриваются со стороны внедрения новаций в производственную деятельность. Однако, недостаточное внимание уделяется проблеме формирования инновационных продуктов непосредственно на территории страны. Так, большое количество организаций предпочитают покупать технологии из других стран ввиду недостаточного финансирования для проведения индивидуальных исследований, из-за чего в Республике Беларусь складывается ситуация, когда экономика не успевает развиваться вместе с ростом технологий, которые не разрабатывались на ее территории. Таким образом, появляется проблема, из-за которой экономика вынуждена догонять рост технологий импортируемых в страну. Поэтому в Республике Беларусь каждый год рассматриваются варианты повышения привлекательности инновационной активности для предприятий, особенно, в части разработки новых технологий производства.

В соответствии с концепцией Государственной программы инновационного развития на 2021–2025 гг., одобренной Протоколом заседания Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь от 14 февраля 2020 г.

№ 2, основным направлением инновационной политики является развитие инновационной инфраструктуры [1]. Акцент ставится на развитии технопарков как инкубаторов инновационного предпринимательства для последующего создания высокотехнологичных производств.

Для стимулирования инновационной активности предприятий налоговой системой Республики Беларусь предусмотрен ряд налоговых льгот:

– освобождается от налогообложения прибыль: полученная при реализации инновационных товаров согласно утвержденному перечню (п. 7 ст. 181 НК РБ), товаров, признанных высокотехнологичными, согласно перечню определяемому Советом Министров РБ, если доля выручки от реализации этих товаров более 50 % (п. 8 ст. 181 НК), а также имущественных прав на выводы научных исследований (п. 10 ст. 181 НК);

– ставка налога на прибыль 10 % применяется технопарками и их резидентами, а также предприятиями, продукция которых включена в перечень высокотехнологичных товаров, за исключением описанных в п. 8 ст.181 НК;

– сумма налога на прибыль (налога при упрощенной системе налогообложения) технопарков и их резидентов может быть уменьшена на размер денежных средств фактически перечисленных в формируемый технопарком фонд инновационного развития, но не более чем на 50 % от общей суммы налога;

– освобождаются от НДС обороты по реализации НИР и НИОКР в установленном порядке, а также от ввозного НДС и таможенных пошлин освобождается стоимость товаров, необходимых для инновационной деятельности;

– от земельного налога освобождаются земельные участки, принадлежащие или переданные в аренду научным организациям и научно-технологическим паркам (пп. 7.2 п. 7 Указа Президента РБ от 31.12.2019 № 503 «О налогообложении»);

– от налога на недвижимость капитальные строения, принадлежащие или переданные в аренду научным организациям и научно-технологическим паркам (пп. 7.1 п. 7 Указа Президента РБ от 31.12.2019 № 503 «О налогообложении»).

Несмотря на выработанную политику стимулирования инновационной деятельности в Республике Беларусь, каждый последующий этап усложняет уже существующую систему. Налоговая политика для научных организаций подразумевает существование порогов, при которых организация может пользоваться льготами. А наличие порогов, в свою очередь, разделяет организации на научно преуспевающие и организации, которые не будут вкладывать средства в рискованную инновационную деятельность, ввиду неблагоприятных внутренних условий и отсутствия необходимых ресурсов для выполнения условий необходимых для пользования льготами [2].

Таким образом, необходимо рассмотреть возможность разработки и внедрения льгот, которыми смогут воспользоваться все организации, выполняющие НИОКР, без ограничения по доле выручки от реализации высокотехнологичной продукции в общей выручке организации. Например, в Литве и Латвии предусмотрен тройной вычет расходов на НИОКР из налогооблагаемой прибыли организаций при расчете налога на прибыль.

Список использованных источников:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 20.12.2020.

2. Богданович, А.В. Региональная политика Республики Беларусь на современном этапе / А.В. Богданович // Белорусский экономический журнал. – 2016. – № 4. – С. 63–74

Развитие предпринимательской среды университета: роль научно-технологического парка

Н.А. Дудко

Государственное предприятие
Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
e-mail: dudko@park.bntu.by

The article presents the most important conditions and mechanisms for the formation of an entrepreneurial environment of the university, which is created due to the functioning of the scientific and technological park on the example of the Belarusian National Technical University and the Science and Technology Park BNTU "Polytechnic".

Формирование благоприятной предпринимательской среды в университете требует внедрения организационно-экономических рычагов, форм и методов управления инновационными процессами, которые позволяют на высоком уровне интегрировать научные исследования, образовательную деятельность и практику подготовки современных кадров с инновационными компетенциями, реализацию высокотехнологичных проектов, создание стабильное функционирование инновационных производств и постоянно совершенствуемую систему коммерциализации знаний.

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник» как наиболее сложная и комплексная форма субъекта инновационной инфраструктуры сочетает функции НИОКТР, подготовки специалистов, трансфера технологий, бизнес-инкубирования, производственно-технологической поддержки инновационной деятельности, оказывая тем самым существенное влияние на развитие предпринимательской среды Белорусского национального технического университета.

Стратегия и механизмы роста Научно-технологического парка БНТУ «Политехник» опираются на следующие важнейшие условия:

- финансовые (наличие собственных средств и возможностей для привлечения инвестиций, грантов и т.д.);
- интеллектуальные ресурсы (патенты, эффективные стратегии по созданию и по освоению новшеств);
- материальные (современное технологическое и научно-исследовательское оборудование, ресурс площадей);
- инфраструктурные ресурсы (наличие соответствующих сервисных подразделений для сопровождения инновационных процессов).
- кадровые (квалифицированный персонал, заинтересованный в инновациях; опыт проведения НИОКР; налаженные партнерские и личные связи сотрудников с передовыми научно-исследовательскими и инновационными центрами в стране и за рубежом; опыт управления проектами).

Таким образом, научно-технологический парк является участником всех стадий инновационного процесса в университете и развивает его предпринимательскую среду путем:

- участия в научно-технических проектах с целью приращения новых знаний и наиболее эффективной их коммерциализации;

- реализации инновационных проектов с последующим созданием новых наукоемких производств;
- формирования пула инновационных компаний-резидентов по приоритетным отраслям;
- реализации кластерных инициатив для развития новых наукоемких отраслей;
- оказания научно-технических и производственно-технологических услуг предприятиям реального сектора экономики;
- обеспечения комплексной информационно-маркетинговой поддержки инновационных процессов, которая выражается в сопровождении вывода инновационной продукции на рынок и поиске партнеров для научно-инновационной кооперации;
- создания совместных с зарубежными партнерами субъектов инновационной инфраструктуры для привлечения дополнительных ресурсов в инновационную деятельность и развитие университетского комплекса;
- совершенствования существующей и создание новой производственно-технологической инфраструктуры под конкретные инновационные проекты
- поиска и бизнес-инкубирования инновационных идей и проектов;
- проведения практико-ориентированных стажировок для обучающихся и преподавателей;
- обеспечения «социального лифта» для талантливой молодежи путем вовлечения в реализацию инновационных проектов, поиска и бизнес-инкубирования молодежных проектов.
- создания рабочих мест в инновационных предприятиях.

При этом роль и эффективность университетского технопарка в развитии предпринимательской среды учреждения высшего образования можно оценить с помощью следующих критериев:

- 1) экономический эффект, как величина прибыли от осуществления научно-инновационной деятельности;
- 2) инновационный эффект, как использование результатов НИОКР для создания инновационной продукции и новых наукоемких производств;
- 3) организационный эффект как возможность стимулирования реализации новых проектов, создания инновационных компаний, развития инновационной и производственно-технологической инфраструктуры;
- 4) социальный эффект, как степень влияния на развитие предпринимательских навыков молодежи и вовлечения кадрового состава университета в инновационные процессы, а также как степень влияния результатов научно-инновационной деятельности на различные сферы деятельности современного общества.

ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Лазерное легирование поверхности мартенситно-старееющей стали

К. Бучелис, К. Жлѣба, Е. Шкамаат

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса

e-mail: jelena.skamat@vilniustech.lt

Мартенситно-старееющие стали представляют собой особый класс низкоуглеродистых легированных сталей, обладающих высокой прочностью наряду с хорошей пластичностью и ударной вязкостью, что обусловлено образованием высокодисперсных интерметаллидных фаз типа NiTi, Ni₃Ti, Ni(Ti, Al), Ni₃(Ti, Al), Fe₂Mo и др., когерентно связанных с пластичной мартенситной матрицей. Благодаря низкому содержанию углерода (<0,03 %), мартенситно-старееющие стали не подвержены термическому растрескиванию (горячим трещинам), что делает их чрезвычайно перспективным материалом также для производства деталей методами аддитивных технологий с использованием лазерной энергии. Основным недостатком таких сталей является умеренный уровень твѣрдости (~55–58 HRC) и, как следствие, недостаточное сопротивление поверхности абразивному износу.

Целью настоящей работы является изучение возможности применения технологий лазерного легирования с целью упрочнения и улучшения износостойкости поверхности деталей, изготовленных путѣм селективного лазерного плавления из мартенситно-старееющей стали 1.2709 (DIN) (0,03 % C, <0,1 % Si, <0,1 % Mn, 17–19 % Ni, 4,8 % Mo, <0,8 % Ti, 8,9–9,5 % Co, <0,1 % Al). На необработанную боковую поверхность детали (шероховатость $R_a = 9,2$ мкм) наносили слой аморфного бора и переплавляли поверхность лазерным пучком. Использовали CO₂ лазер постоянного действия, мощность лазера 1 кВт, размер лазерного пятна изменяли от 0,5 мм до 4,0 мм, скорость сканирования – от 500 до 1500 мм/мин. Полученные результаты позволяют рассматривать лазерное борирование как возможный метод упрочнения мартенситно-старееющих сталей.

Исследование поперечных шлифов обработанных деталей показало, что наиболее приемлемая и стабильная геометрия ванны расплава получена при пятне лазера 0,5 мм, что соответствует плотности мощности $\sim 5 \cdot 10^4$ Вт·см⁻². Ширина и глубина проходов при скоростях сканирования от 500 до 1500 мм/мин были в диапазоне ~ 750 – 900 мкм и ~ 50 – 150 мкм, соответственно. При увеличении размера пятна (2,0 и 3,0 мм, что соответствует плотностям мощности $\sim 3,18 \cdot 10^3$ и $\sim 1,42 \cdot 10^3$ Вт·см⁻²) были получены очень тонкие слои непостоянной толщины. При размере пятна 4,0 мм ($\sim 0,8 \cdot 10^3$ Вт·см⁻²) плавления не произошло. Твѣрдость поверхностей, обработанных при размере пятна 0,5 мм, составила ~ 600 HV_{0,2} при наименьшей скорости и ~ 1770 HV_{0,2} при наибольшей, что намного превышает твѣрдость необработанной детали (360 HV_{0,2}) и соответствует твѣрдости боридов железа. Для установления влияния параметров обработки на состав и свойства борированных слоѣв необходимы дальнейшие исследования.

Получение наноструктурированных термически напылённых NiCrFeCSeB/WC покрытий с использованием лазерной обработки

Е. ШкаMAT, Ж. Чепуке, О. Чернашеюс

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса

e-mail: olegas.cernasejus@vilniustech.lt

Сплавы на основе никеля широко используются для защитных покрытий, когда требуется устойчивость к коррозии, высокотемпературному окислению, ударам, усталости и износу. Никель отличается высокой растворимостью в твердом состоянии для многих легирующих элементов и может образовывать уникальные интерметаллические фазы с некоторыми элементами. В тяжелых условиях, когда свойства монолитного сплава на основе Ni не соответствуют требованиям по износу рабочих частей, для повышения износостойкости защитного покрытия используются твердые керамические частицы. Как правило, могут использоваться различные типы оксидной и неоксидной керамики, включая карбиды (WC, TiC, VC, B₁₃C₂, SiC), бориды (TiB₂) и оксиды (CeO₂, La₂O₃, Y₂O₃).

Термическое напыление самофлюсующегося порошка – один из широко используемых способов получения защитных покрытий. Для получения композиционных покрытий Ni/WC используется смесь порошка сплава на основе Ni и частиц WC. Карбид вольфрама (WC) отличается высокой температурой плавления (2600–2850 °C), высокой вязкостью разрушения (28 МПа·м^{1/2}), высокой твердостью (16–22 ГПа при нагрузке 500 г по Виккерсу), пластичностью и отличной смачиваемостью.

В данной работе были изучены микроструктура и твердость покрытий NiCrFeCBSi/40 % WC, полученных с помощью двухэтапного процесса: газопламенного напыления и последующего переплавления. Для переплавления напыленного слоя применялись четыре различных метода. Покрытия, переплавленные лазером, сравнивались с покрытиями, полученными традиционными методами плавления - нагревом в печи, индукционным нагревом и нагревом пламенем. Коммерческая смесь порошка самофлюсующегося легкоплавкого сплава на основе никеля (62,2 % Ni; 13,8 % Cr; 11,8 % Co; 7,9 % B + Si; 3,9 % Fe; 0,4 % C) и 40 % масс. WC использовалась в качестве материала для напыления. Порошковая смесь наносилась на пластины из конструкционной стали S235 газокислородным напылением с помощью напылительного оборудования Rototec 80. Средняя толщина напыленного слоя покрытия составляла 1,2–1,3 мм. Слои после напыления были переплавлены с использованием четырех различных методов: нагрев на воздухе с нейтральным кислородно-ацетиленовым пламенем; индукционный нагрев на воздухе (160 кГц; 1,4 кВ; 2,5 кВт; 28 А); нагрев в электропечи (1300 °C; воздух); плавление лазером (Nd: YAG; длина волны 1064 нм; длительность импульса 6 мс; частота импульсов 20 Гц; диаметр пятна 0,3 мм).

Традиционные методы переплавления позволили сформировать низкопористые, прочно сцепляющиеся композитные покрытия на основе Ni/WC, имеющие

высокую твердость (~880 НК2.0) и отличную износостойкость. Однако оптимальная микроструктура была получена в достаточно узком диапазоне продолжительности нагрева при переплавлении покрытий. Как известно, режимы нагрева/охлаждения сильно зависят от геометрии и размеров подложки. Следовательно, индивидуальная регулировка продолжительности нагрева требуется для деталей различной геометрии или размера. Лазерная обработка покрытия позволила получить стабильные сверхмелкозернистые богатые W дендриты в матричной микроструктуре осажденного слоя на основе никеля, морфология которого существенно не изменилась при изменении параметров процесса лазерной обработки. Размер мельчайших частиц, богатых вольфрамом, составлял около 200 нм. Механические свойства слоев, полученных с помощью лазерной обработки, существенно превосходили свойства покрытий, обработанных традиционным способом нагрева: средняя твердость достигала ~990 НК2.0, обеспечивая улучшение на 12–31 % по сравнению с лучшими результатами индукционного, печного и пламенного нагрева. Износ покрытий, обработанных лазером, был на 12 % (по потере массы) и на 42 % (по толщине удаляемого слоя) меньше по сравнению с самыми лучшими результатами для покрытий с традиционным нагревом. Интенсивный нагрев покрытия с помощью лазерной обработки приводил к частичному переплавлению подложки и изменению химического состава покрытия. Это может отрицательно сказаться на характеристиках покрытия в агрессивной среде и при высокой температуре.

Целесообразно продолжить исследования для определения оптимальных параметров лазерной обработки, обеспечивающих минимальное плавление подложки или ее исключение.

Газопламенное напыление сверхвысокомолекулярного полиэтилена на поверхность пара-арамидных тканей

О.Г. Девойно¹, А.П. Пилипчук²

¹ Белорусский национальный технический университет,

² Военная академия Республики Беларусь

e-mail: vikmech@mail.ru

A technology has been developed for the formation of multilayer coatings of ultra-high molecular weight polyethylene on the surface of para-aramid fabrics by flame spraying. This technology allows to obtain materials with specific strength at the level of structural steels.

В настоящее время широко применяются пара-арамидные ткани на основе волокон из ароматических полиамидов (Twaron, Kevlar). На основании анализа взаимодействия ткани с кинетическими элементами сформулирована гипотеза о перспективности поверхностной обработки пара-арамидных тканей, что позволит управлять процессом сухого трения между нитями и повысить защитные свойства тканевых структур. Данный подход был реализован при создании композитного ламината из арамидной ткани и сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) в результате автоклавного отверждения. Испытания показали, что полученные материалы демонстрируют более высокие баллистическую предельную скорость и поглощение энергии на единицу массы по сравнению с другими ламинатами. Известные способы позволяют получать на поверхности ткани сплошные слои покрытий с использованием сложного технологического оборудования. Альтернативным способом нанесения покрытий из СВМПЭ в настоящее время является газопламенное напыление. Данный способ отличается простотой и универсальностью применяемого оборудования и позволяет создавать покрытия из широкой номенклатуры материалов (металлы, полимеры, керамика).

Целью исследования является разработка технологии формирования многослойных покрытий из СВМПЭ на поверхности из высокопрочных пара-арамидных тканей методом газопламенного напыления.

Выполнены работы по исследованию закономерностей формирования слоев на основе пара-арамидных тканей и СВМПЭ методами газопламенного напыления. На основе анализа научно-технических литературных источников выбран СВМПЭ марки GUR 4120. Данный материал с молекулярной массой $4,4 \cdot 10^6$ является базовой маркой СВМПЭ для прессования. В качестве основы использована ткань Twaron саржевого плетения.

Выполнен комплекс экспериментальных исследований, имеющих целью определение параметров газопламенного напыления СВМПЭ, обеспечивающих формирование требуемой формы поверхности. Применение газопламенного напыления позволяет создавать поверхностные слои произвольной формы. Одним из преимуществ газопламенного напыления является возможность формирования требуемого уровня свойств поверхностного слоя в результате создания

новых составов для напыления на основе стандартных материалов, а также за счет включения конструктивных элементов из специальных материалов или сплавов. Данная особенность использована при формировании структур с углепластиковыми (ВКУ-25) и стальными элементами (рис. 1), а также с использованием сеток (рис. 2).



Рисунок 1 – Структура со стальными элементами



Рисунок 2 – Структура с сеткой

По результатам исследований разработана технология формирования многослойных покрытий из сверхвысокомолекулярного полиэтилена на поверхности пара-арамидных тканей методом газотермического напыления. В результате испытаний установлено, что удельная прочность полученного материала составила 11,6 км, что соответствует конструкционным сталям.

Триботехнические характеристики комбинированных покрытий, содержащих керамическую фазу

В.В. Мешкова, О.Г. Девойно

Белорусский национальный технический университет
e-mail: vera.miashkova2015@gmail.com

Paper is devoted to the investigation of features of coatings formed by plasma deposition of mechanical mixture of Ni-Cr-based self-fluxing and aluminum oxide powders. Tribological properties of coatings obtained are determined. Tests are implemented for dry friction mode. Friction coefficient and temperature in friction contact are established. The presence of Al_2O_3 in the composition of deposited coatings influences both on friction coefficient and on temperature in friction contact. Coatings containing aluminum oxide have prospects for the application as a wear resistant one.

Одним из перспективных процессов восстановления изношенных деталей, а также создания износостойких слоев на рабочих поверхностях новых деталей, является плазменное напыление.

В ранее проведенных исследованиях [1–3], показаны структурные особенности, а также физико-механические свойства и структурные превращения, в составе износостойких плазменных покрытий, полученных напылением механических смесей самофлюсующегося сплава ПГ-ХН80СР4 (системы Ni-Fe-Cr-Si-B-C), содержащих в качестве дополнительной упрочняющей фазы оксид алюминия Al_2O_3 в различной объемной концентрации.

Представляют интерес триботехнические свойства полученных плазменных покрытий. В данной работе изучалось влияние содержания упрочняющей фазы Al_2O_3 на коэффициент трения полученных покрытий, и температуру в зоне трения. Исследования проводились в паре с медным контртелом в условиях сухого трения. Зависимости указанных параметров представлены на рисунках 1 и 2.

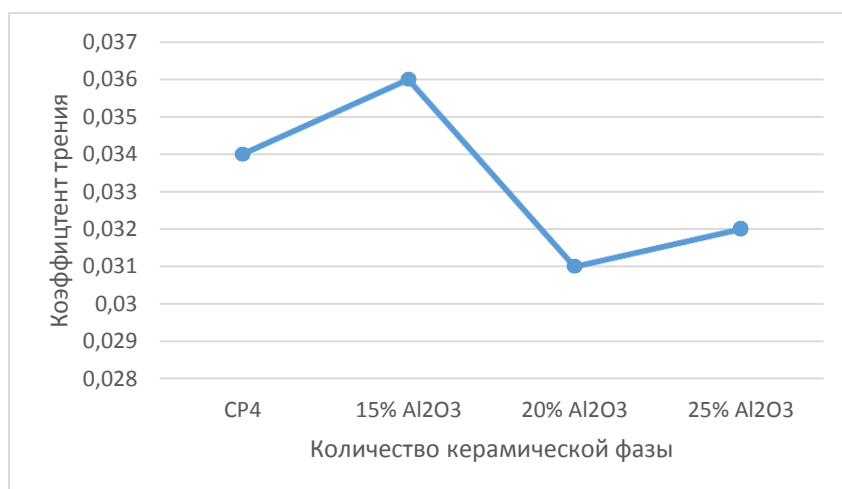


Рисунок 1 – Зависимость изменения коэффициента трения от объемного содержания упрочняющей фазы



Рисунок 2 – Зависимость изменения температуры в зоне трения от объемного содержания упрочняющей фазы

Из представленных графиков можно сделать выводы о том, что увеличение процентного содержания керамической фазы до 20 % оказывает положительное влияние на коэффициент трения покрытий, при этом температура в зоне трения повышается незначительно. Увеличение содержания керамической фазы до 25 % приводит к повышению коэффициента трения и значительному увеличению температуры. Рекомендуемое содержание упрочняющей фазы Al₂O₃ в составе износостойкого покрытия составляет 20 %.

Список использованных источников:

1. Калиниченко А.С. Исследование фазовых превращений оксидной керамики при плазменном напылении механической смеси порошков / А.С. Калиниченко, В.И. Комарова, В.В. Мешкова // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: Сб. научных трудов. В 3 кн. Кн. 2. Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2018. – С. 123–128.

2. Калиниченко А.С. «Влияние параметров процесса плазменного напыления на температуру частиц оксидной керамики в составе механической смеси порошков» / А.С. Калиниченко, Ю.К. Кривошеев, В.В. Мешкова // Материалы 60 международной научной конференции «Актуальные проблемы прочности» 14–18 мая 2018 года, Витебск, Беларусь/ Витебск: УО «ВГТУ», 2018. – С. 82–84.

3. Kalinichenko A.S., Devoino O.G., Meshkova V.V. Development of Wear Resistant Coatings Formed by Plasma Spraying of Alloy Ni-Fe-Cr-Si-B-C System Reinforced with Ceramics Al₂O₃. – Наука и Техника, 2016. – № 5. – С. 365–370.

**Исследование влияния наноуглеродных модификаторов
на триботехнические характеристики композиционных
газотермических покрытий**

Э.А. Ванюк¹, И.О. Соколов², М.А. Леванцевич³

¹ Белорусский Национальный Технический Университет

² УО «Республиканский институт профессионального образования»

³ ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»

e-mail: eduard.vanyuk@gmail.com

One of the main tasks in mechanical engineering is to increase the resource of machine parts and mechanisms. To create competitive products, it is necessary to develop coatings with high performance properties, but at the same time economically feasible. In this work, a study was made of the effect of nanocarbon components on the tribotechnical properties of thermal gas composite coatings.

Способы повышения ресурса деталей машин и механизмов является важнейшей задачей научного сотрудника, конструктора или технолога в сфере машиностроения. Эти способы во многом изучены, а на 2020 год требования к узлам трения машин и механизмов все больше ужесточились. Для обеспечения высокого уровня долговечности и безотказности узлов трения, необходимо решать комплекс конструктивных, технологических, эксплуатационных и материаловедческих задач. Решение в комплексе этих задач при минимальных затратах в конечном итоге создает конкуренцию на рынке.

Одним из способов повышения ресурса деталей машин является газотермическое напыление. Такая технология появилась еще в 80–90 гг. прошлого столетия. Но в 90-х годах при экономическом изменении в стране, от этой технологии ушли за счет дороговизны используемого оборудования. В зарубежных же странах эта технология интенсивно развивалась, и на 2020 год далеко ушла вперед только за счет использования усовершенствования оборудования для газотермического напыления с программным обеспечением, позволяющим получать детали любой сложности.

Создать конкуренцию на рынке нашим зарубежным партнерам можно за счет усовершенствования самих порошковых материалов, применяемых для газотермического напыления путем внедрения (модификации) наноуглеродных компонентов.

В качестве наноуглеродных модификаторов использовались компоненты фуллереновой сажи. Добавка производилась в объеме 10 % от объема порошковых материалов. Для исследований использовалось 6 композиций самофлюсующихся сплавов на основе железа, меди, хрома, никеля и других материалов (таблица 1).

Таблица 1 – Сводная таблица исследуемых порошковых композиций

Марка порошка	Химический состав**	Способ напыления
ПР-Х4ГСП	осн. Fe; 3,8% Cr; 1,2% C; 2,5% Si; 2,2% B; 0,5% Cu	(ГН+ОП)*
ПГ-19М-01	осн. Cu; 4% Fe; 8,5-10,5% Al	ГН+ОП
ЮНХ16СП3	осн. Ni; 0,7% C; 16% Cr; 3,2% Si; 2,6% B; 1,2% Al	ГН+ОП

* ГН+ОП – газопламенное напыление с оплавлением;

** + 10% наноуглеродных компонентов

Было выдвинуто предположение, что наноуглеродные компоненты в составе композиционного покрытия будут выполнять роль твердого смазочного материала, а также способствовать образованию карбидных связей.

Исследования на коэффициент трения проводились в режиме «сухого» трения на триботехнической установке в ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси». На рисунке 1 представлены графики изменения коэффициентов трения в течении времени образцов без добавки наноуглеродного компонента и с добавкой наноконпонета – 10 %.



Рисунок 1 – График изменения коэффициентов трения в течении времени образцов ПР-Х4ГСП и ПР-Х4ГСП+10 % НАНО

Результаты исследований на коэффициент трения показали, что внедрение наноуглерода снижает коэффициент трения у образцов следующих композиционных покрытий: ПР-Х4ГСП – в 2 раза, ПГ-19М-01 – в 2,8 раз и ПТ-ЮНХ16СП3 – в 1,7 раза. Результаты исследований показали, что снижение коэффициента трения способствует увеличению долговечности и безотказности узлов трения и как следствие механизмов и машин.

Список использованных источников:

1. Е.А. Грузинская, В.А. Кескинов, М.В. Кескинова, К.Н. Семенов, Н.А. Чарыков. Фуллереновая сажа электродугового синтеза //НАНОСИСТЕМЫ: ФИЗИКА, ХИМИЯ МАТЕМАТИКА, 2012, 3 (6), С. 83–90.
2. Ефремов С.Ю. Повышение ресурса поршневых компрессионных колец при изготовлении сменно-запасных частей в судоремонте: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новгород, 2005.

Улучшение фотоэлектрических свойств ячейки перовскита на основе метиламмония иодида свинца путем оптимизации характеристик катодного слоя TiO_x

И.А. Врублевский¹, Р. Карнич², К.В. Черянкова²,
А.К. Тучковский¹, Н.В. Лушина¹

¹Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, Республика Беларусь

²Центр физических наук и технологий, Вильнюс, Литва

e-mail: vrublevsky@bsuir.edu.by

The influence of the characteristics of the TiO_x -based cathodic layer on the photoelectric properties of the perovskite cell was investigated. The formed TiO_x layer played the role of an n-type semiconductor. A 2 μm thick perovskite layer based on methylammonium lead iodide was deposited by centrifugation in an argon atmosphere at 85-90 °C. At the final stage, the cathodic and anodic layers were connected at 2.0 atm to form a perovskite cell.

Ячейки перовскита на основе метиламмония иодида свинца в настоящее время являются самым быстроразвивающимся типом фотовольтаических элементов. Интерес к такому типу ячеек вызван простотой технологии синтеза перовскитов. В отличие от традиционных материалов для солнечных ячеек, таких как кремний, они не требуют высоких температур или вакуума для нанесения. Кристаллы такого материала можно синтезировать из специальных растворов смешиванием необходимых количеств иодида свинца и метиламмония и их совместной кристаллизацией.

В работе исследовалось влияние характеристик катодного слоя на основе TiO_x на фотоэлектрические свойства ячейки перовскита.

Анодный слой ячейки получали нанесением полистиролсульфоната (PEDOT:PSS) на стеклянную пластину с напыленным проводящим прозрачным слоем оксида индия-олова (ITO). В качестве основы для катода использовалась полированная алюминиевая фольга толщиной 14 мкм с нанесением методом вакуумного напыления слоем Ti толщиной 60 нм. Затем проводили полное окисление слоя титана методом анодирования в водном растворе щавелевой кислоты с добавкой сульфаминовой кислоты. При этом после достижения анодным оксидом границы раздела с алюминием, происходило частичное анодное окисление алюминия, с формированием на дне пор столбиков из Al_2O_3 . Такая структура слоя анодного оксида позволила полностью исключить возможность контакта слоя перовскита с алюминием. Толщина анодного слоя TiO_x определялась с помощью лазерного эллипсометра ЛЭФ-3М-1. Сформированный слой TiO_x играл роль полупроводника n- типа. Затем в атмосфере аргона наносился слой перовскита на основе метиламмония иодида свинца толщиной 2 мкм методом центрифугирования при температуре 85–90 °С. Использование процесса нанесения при повышенной температуре приводило к ускоренной кристаллизации перовскита.

Затем под давлением 2,0 атм методом складывания соединяли катодный и анодный слой.

С целью уменьшения пористости формируемого слоя TiO_x применялось многоступенчатое анодирование с повышением напряжения с интервалом в 10 В от 10 до 40 В. При этом каждый процесс продолжался около 1 мин до полного спада тока. После этого напряжение снова ступенчато повышалось. Измерение фотоэлектрических свойств сформированных ячеек проводили с помощью микроамперметра. Электрический ток в ячейке перовскита возбуждался под действием светового излучения мощностью 100 мВт/см^2 . Такое излучение формировали мощной галогенной лампой через водяной фильтр, что обеспечивало имитацию солнечного излучения.

Исследования показали, что толщина слоя TiO_x до определенного значения оказывала существенное влияние на увеличение фототока ячейки перовскита (рисунок 1).

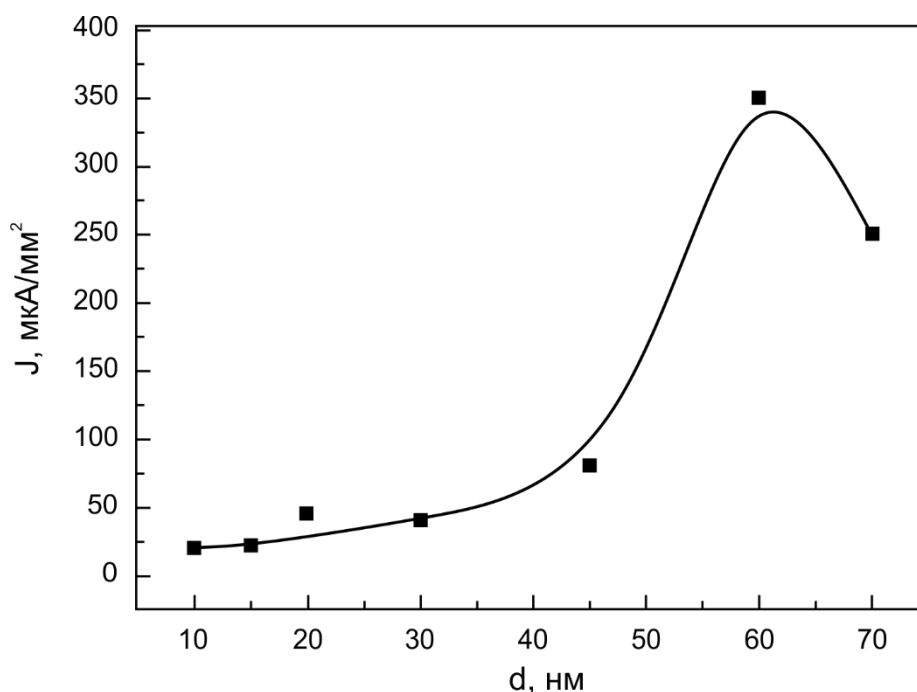


Рисунок 1 – Зависимость фототока ячейки перовскита от толщины слоя TiO_x

Анализ полученных результатов позволил установить, что слой TiO_x толщиной 60 нм (сформированный при напряжении анодирования 40 В) является оптимальным для достижения максимальной фотоэлектрической эффективности ячейки перовскита. Выбор такой толщины позволяет достичь значений для фототока на уровне 360 мкА/мм^2 , что в 18 раз превышает значение фототока при толщине слоя TiO_x в 20 нм.

Работа выполнена при поддержке проекта Nr.09.3.3-LMT-K-712-01-0031 «Perovskitinių saulės elementų stabilumas: degradacijos vyksmų identifikavimas ir valdymas».

РЕЗУЛЬТАТЫ СОВМЕСТНЫХ ПРОЕКТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Использование лазерной локальной обработки для повышения изгибной жесткости

O. Kapustynskiy

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса, Литва
e-mail: o.kapustynskiy@vilnustech.lt

Experimental studies using laser processing are presented, aimed at increasing the rigidity of thin-sheet structures made of carbon steel. Based on the results of the experiments, it was found that local laser treatment can be used to increase the rigidity of structural elements and reduce their deformation under a similar load.

В наше время несмотря на наличие более прочных и легких современных материалов в различных областях промышленности, именно сталь остается основным конструкционным материалом. Во многих областях промышленности для изготовления деталей и металлических изделий, чаще всего неотвеченного назначения широко применяются дешевые углеродистые качественные стали. Но у широко используемых для этих целей сталей имеются серьезные недостатки — это достаточно тяжелый и не очень прочный материал. Одним из главных критериев, который до сих сдерживает снижение металлоемкости и веса стальных конструкций — это требования к их прочности и жесткости. Решение этой проблемы кроме используемых на практике решений с применением дополнительных элементов жесткости, профилей сложной геометрии, утолщений конструкции, возможно путем использования лазерной локальной обработки.

За счет фазовых превращений и локальных изменений структуры металлических материалов в зоне воздействия лазерного луча возможно создавать структурные ребра жесткости, которые в свою очередь могут существенно влиять на общую жесткость и упругость стальных изделий. Поскольку используемое на практике оборудование и собственно технология лазерной обработки имеет широкие возможности управления лучом, то имеется реальная возможность накладывать структурные ребра жесткости на необходимой площади, менять их ориентацию, частоту, глубину и другие геометрические параметры обработанного слоя и тем самым достигать необходимой жесткости изделий.

Основной целью этой работы является изучение возможности использования лазерной обработки для повышения жесткости изделий из тонколистовой стали при изгибе.

На основании математических расчётов были выбраны оптимальные параметры лазерной обработки образца с изменением количества лазерных дорожек и расстояния между ними. Одним из критериев подбора режимов обработки являлась необходимая глубина проплавления. Основываясь на предыдущем опыте и проведенных ранее экспериментах на образцах аналогичной стали с вариацией

различных технологических параметров и опираясь на результаты исследований геометрии и формы обработанного слоя, его микроструктуры и наличия дефектов было выяснено, что достаточной глубиной проплавления можно считать толщину около 0,35 мм (около 20 % от общей толщины образца: тонкой металлической пластины размером 20x180 мм и толщиной 2 мм, материал Сталь 20). При данной глубине обработанного слоя и подобранных режимах обработки форма и геометрия дорожки была без структурных дефектов и дефектов характерных для лазерной сварки.

Таблица 1 – Режим лазерной обработки

Глубина проплавления h, мм	Скорость движения луча v, м/мин	Частота f, Гц	Размер пятна, d, мм	Пиковая мощность P _p , кВт	Реальная критическая мощность P _d , Вт/см ²
0.35	240	10	3	2.8	4·10 ⁵

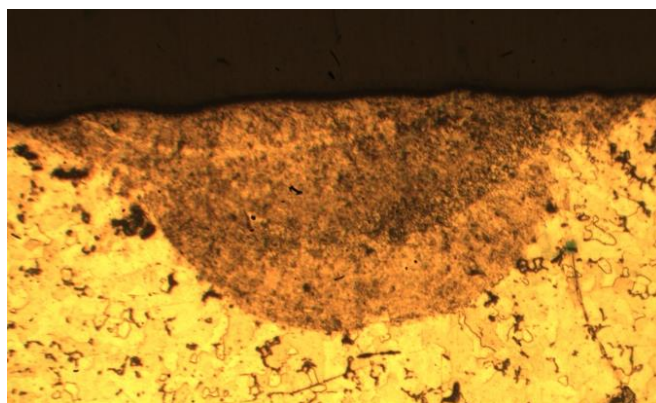


Рисунок 1 – Общий вид обработанного лазером слоя

Исходя из результатов эксперимента можно утверждать, что локальная лазерная обработка может помочь повысить изгибную жесткость конструктивных элементов из тонколистовой стали 20 до 4 %, уменьшить деформации (изгиб) аналогично нагружаемых элементов от 10 % до 20 % без использования сложной геометрической конструкции, дополнительных элементов жесткости или технологии термообработки. Механические свойства в том числе изгибная жесткость элементов из тонколистовой стали в данном случае улучшается за счет локальных изменений микроструктуры материала и свойств материала в данной области. Твердость, а также прочность стали в зоне обработки по сравнению с необработанной сталью увеличивается вплоть до 50 %, что в свою очередь увеличит изгибную жесткость обработанной лазером металлической пластины и воспринимаемый предельный уровень нагрузок без пластических деформаций. Обнаружено, что жесткость тонколистовой стальной пластины зависит и может варьироваться путем изменения параметров лазерной обработки, площади, количества и расположения дорожек лазерной локальной обработки.

Особенности получения быстротвердеющих высокопрочных сульфоалюмоферритных цементов

Е.И. Барановская¹, А.А. Мечай¹, Р. Шячюнас²

¹Белорусский государственный технологический университет

²Каунасский технологический университет

e-mail:elf01@tut.by¹; AA_m@tut.by¹; raimundas.siauciunas@ktu.lt²

The article presents the results of the study of composition and properties of man-made raw materials for the synthesis of fast-curing high-strength sulfo-alumino-ferritic cements. Researching the processes of phase and structure formation in the process of synthesis of clinkers for sulfo-alumino-ferritic cement are reviewed. The physical, mechanical, construction and technical properties of fast-curing high-strength sulfo-alumino-ferritic cements and study their properties according to the requirements of European standards are considered.

Быстротвердеющие высокопрочные сульфоалюмоферритные цементы являются востребованными в монолитном строительстве, где регламентируется отсутствие усадочных деформаций, сульфатостойкость, повышенная водонепроницаемость. Такие материалы требуют использования дорогостоящего сырья и имеют высокую стоимость. Однако, они способны к быстрому нарастанию прочности (до 40–50 МПа в возрасте 2 сут.). Конкуренентоспособность продукта может быть обеспечена за счет снижения себестоимости продукции при использовании взамен дорогостоящего природного сырья техногенных отходов Беларуси и стран Европейского Союза, а также за счет достижения стабильности физико-механических свойств и повышения долговечности изделий и конструкций.

В качестве сырьевых материалов для синтеза сульфоалюмоферритных цементов в работе использовали следующие виды техногенных отходов: фосфогипс, осадок (шлам) химической водоподготовки, известь-недопал, железистый кек, шлаки литья алюминиевых сплавов, лом и бой огнеупоров силикатной группы.

Синтез клинкеров проводили в лабораторных условиях при температурах обжига 1150 °С и 1200 °С, продолжительности обжига 2 часа и скорости нагрева – 5 °С/мин. В фосфогипсе содержатся примеси, которые положительно влияют на процесс обжига и выступают в качестве минерализаторов, что позволяет проводить синтез при более низких температурах, получая при этом цемент высокого качества. Установлено, что характерными фазами полученных цементов являются: сульфоалюминат кальция ($3\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{CaSO}_4$) и сульфоалюмоферрит кальция ($3\text{Ca}_4((\text{Al}_{(1-x)}\text{Fe}_x))_6\text{O}_{12}(\text{SO})_4$), которые способны гидратироваться с образованием этtringита и его железистых аналогов, обеспечивающих высокую прочность образцов уже в первые сутки твердения. По результатам дифференциально-термического анализа можно судить о том, что гидратация минералов цемента практически полностью завершается уже через 7 сут, так как разность потери массы в разные сроки твердения очень незначительна и составляет около 1 %.

Исследовано влияние различных примесей в составе сырьевых компонентов на процесс гидратации сульфоалюмоферритных цементов. Изучено влияние тон-

кости помола цементов на морфологию этtringита и других минералов, образующихся при гидратации в исследуемой системе. Изучение процессов гидратации цементов с различной тонкостью помола показало, что тонкая фракция обеспечивает образование большого количества центров кристаллизации, а частицы крупных фракций обуславливают рост более крупных кристаллов. Образование крупных призматических кристаллов этtringита происходит при гидратации минералов CA и $C_4A_3\bar{S}$ средних и крупных фракций.

Исследования свойств проводили в соответствии с требованиями европейских стандартов EN 13454 и EN13279. Предел прочности при сжатии для полученных образцов цементов в возрасте 3 сут составил 20–50 МПа, 7 сут – 25–53 МПа, 28 сут – 46–60 МПа в зависимости от их состава и водоцементного отношения. На основании проведённых исследований установлено, что полученные материалы являются высококачественными вяжущими для применения в строительстве, полностью соответствующими требованиям европейских стандартов.

Быстротвердеющие цементы на основе техногенного сырья в нашей стране не производится, однако существуют реальные возможности для их получения, так как имеются крупные месторождения мела, запасы фосфогипса и незадействованные производственные мощности.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № X17ЛИТГ-005) и Научного совета Литвы.

Расширение диапазона сырьевых компонентов керамических масс при получении пористых теплоизоляционных материалов

И.М. Азаренко, Ю.А. Климош, С.Е. Баранцева

УО «Белорусский государственный технологический университет»

e-mail: svetbar@tut.by

Ceramic mass compositions of the raw materials containing wastes from the mining and metallurgical industries were developed as a result of the experimental studies. Ceramic masses were made for preparing raw granules and thermal-insulating materials were obtained with a set of required physical and mechanical characteristics.

В настоящее время для улучшения экологической обстановки в Республике Беларусь актуальной проблемой является использование различных отходов промышленности, что позволяет не только экономить природное сырье, повышать эффективность производства, но и способствует улучшению экологической обстановки на предприятиях и прилегающих к ним территориях. В связи с этим научные исследования, направленные на разработку технологий по переработке и утилизации отходов производства горнодобывающей промышленности и черной металлургии, к которым относятся гранитоидные отсеvy и техногенные отвальные продукты от выпуска стали, являются весьма актуальными.

Основными компонентами сырьевых композиций при проведении настоящего исследования являлись гранитоидные отсеvy – отходы производства дорожного щебня РУПП «Гранит» и техногенные отходы сталеплавильного производства ОАО «Белорусский металлургический завод» (БМЗ) – пыль газоочистных установок (ПГУ), улавливаемая фильтрами в процессе очистки отходящих газов. Складированные отходы формируют зону интенсивного загрязнения, негативно влияют на атмосферу, гидросферу и почвенный покров окружающей местности, а через них – на состояние флоры, фауны и здоровье людей.

В качестве основы использовалась ранее разработанная сырьевая композиция для получения теплоизоляционного материала на основе гранитоидных отсеvов (Г-30), с объемной плотностью 800–820 кг/м³, коэффициентом вспучивания 2,3–2,8, в которую дополнительно вводилась пыль ПГУ путем замены гранитоидных отсеvов в эквивалентном количестве от 5 до 30 мас.ч.

Путем грануляции полученной керамической массы изготавливался полуфабрикат – сырцовые гранулы, подлежащие дальнейшему обжигу, который обеспечивает формирование пористой структуры и надлежащие физико-химические характеристики. В отличие от сырьевой композиции Г-30 не требовалось связующего компонента КМЦ (карбоксиметилцеллюлозы), поскольку необходимые формовочные свойства обеспечиваются за счет высокой дисперсности пыли и глинистого компонента.

Анализ данных определения оптимальных температурных параметров обжига показал, что для образцов, содержащих 15 и 20 мас.ч. пыли температурный интервал 1190±5 °С обеспечивает коэффициент вспучивания (2,9–3,3) и объемную

плотность (680–550) кг/м³. Эти составы интересны с точки зрения максимального содержания добавки пыли в сырьевой композиции. Дальнейшее увеличение ее количества приводит к значительному росту объемной плотности и уменьшению коэффициента вспучивания. Установлено, что содержание пыли ПГУ в сырьевой композиции не должно превышать 20 мас.ч., так как это приводит к увеличению объемной плотности до значений более 1000 кг/м³, что является недопустимым для пористых теплоизоляционных материалов.

На рисунке приведены фотографии термообработанных образцов пористых материалов составов ГП-3 и ГП-4, содержащих 15 и 20 мас.ч. пыли ПГУ, а также их пористой структуры.

Определенные показатели свойств, в частности насыпная плотность пористых материалов (385–550) кг/м³; теплопроводность (0,075–0,085) Вт/м·К; механическая прочность при сжатии (2,0–2,2) МПа; водопоглощение (2–7) %; морозостойкость порядка 150 циклов свидетельствуют о полном соответствии требованиям, предъявляемым к материалам аналогичного назначения.



а – 15 мас.ч. пыли ПГУ; б – 20

Рисунок – Фотографии образцов термообработанных гранул и их пористой структуры

Установлено, что синергетический эффект при получении пористых заполнителей обусловлен совокупностью химических и физических процессов, происходящих при термической обработке, как наиболее важной и ответственной технологической стадии, и ее температурными условиями, заключающимися в варьировании максимальной температуры обжига, при этом обеспечивается интенсивное порообразование, что способствует получению материала со стабильными свойствами.

Испытания разработанных материалов ГП-3 и ГП-4 подтвердили их соответствие требованиям нормативно-технической документации.

Учитывая фактор промышленной разработки Микашевичского месторождения гранитоидных пород, большого количества техногенных отвальных отходов электросталеплавильного производства, исчисляемых миллионами тонн, подтверждена целесообразность их использования для получения теплоизоляционных пористых материалов, а также экономическая и экологическая эффективность комплексной утилизации двух видов отходов.

Использование в производстве автоклавного ячеистого бетона модифицирующих добавок, обеспечивающих ресурсосбережение и повышение качества готовой продукции

К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая, И.И. Фоменок, Л.А. Чернякевич
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
e-mail: info@niism.by

In this work, the additive S-Drill™CL grade A produced by SOOO Synergikom was investigated; "Stachement 2000M" produced by JLLC "Stakhema-M".

The obtained research results indicate the advisability of using modifying additives in the technology of autoclaved aerated concrete. The results of industrial tests have shown the effectiveness of their use in order to save resources and improve the physical and mechanical properties of aerated concrete building blocks.

Высокая эффективность применения изделий из ячеистого бетона в качестве строительных материалов исходит из его преимуществ по технико-экономическим показателям в сравнении с другими традиционными материалами. Направленный поиск и применение химических добавок позволяют экономить первичные сырьевые компоненты, в первую очередь цемент, известь, алюминиевую пасту, а также получить продукцию с повышенными эксплуатационными свойствами.

Специалистами Государственного предприятия «Институт НИИСМ» совместно с представителями филиала № 3 «Минский комбинат силикатных изделий» ОАО «Белорусский цементный завод» для проведения испытаний в производственных условиях выбран ряд добавок производства Республики Беларусь: добавка S-Drill™CL марки А производства компании СООО «СинерджиКом»; «Стахемент 2000М» производства СООО «Стахема-М».

Выпуск опытных образцов осуществлялся на существующей технологической линии «Маза-Хенке» в цехе производства ячеистого бетона филиала № 3 «Минский комбинат строительных изделий» ОАО «Белорусский цементный завод» согласно технологическому регламенту.

С целью снижения расхода алюминиевой пасты и увеличения пластичности ячеистобетонной смеси добавки дозировались непосредственно в бетоносмеситель. По ходу заливки анализировались технологические свойства и параметры поведения ячеистобетонной смеси и в ее рецептуру вносились изменения. При исследовании технологических параметров сырьевой смеси регистрировали температуру смеси при выливке, температуру окончания роста массива, конечную температуру, температуру разогрева смеси, растекаемость смеси по Суттарду, время вспучивания массива, пластическую прочность через 2 часа после заливки. Снижение расхода алюминиевой пасты составило от 5 до 7,5 %, снижение расхода цемента составило от 3,5 до 5 %.

На основании оценки результатов испытаний добавок S-Drill™CL марки А и Стахемент 2000 М можно сделать вывод о том, что добавки обладают пластифицирующим эффектом: расплыв по Суттарду увеличился по сравнению с контрольным образцом на 5,4–16,2 %. Введение данных добавок непосредственно в бетоносмеситель позволяет снизить расход алюминиевой пасты до 7,5 % и цемента

до 5 %, при этом наблюдается небольшое замедление роста массивов на 40–190 с и снижение на 2–8 °С температуры вспучивания.

Полученные результаты использования добавки S-Drill™MCL марки А в количестве 150 мл/м³ свидетельствуют о возможности снижения расхода алюминиевой пасты до 7,5 %, цемента до 5 % без изменения марки ячеистого бетона по плотности и снижения его прочности.

Введение добавки Стахемент 2000 М в количестве 90–150 мл/м³ позволило снизить расход алюминиевой пасты на 5 %, расход цемента на 3,5 % и привело к увеличению прочности ячеистого бетона на 16,7 %. При снижении расхода цемента на 5 % и одновременном снижении расхода алюминиевой пасты на 7,5 % прочность зафиксировали на уровне контрольного состава.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о целесообразности использования модифицирующих добавок в технологии автоклавного ячеистого бетона. Результаты промышленных испытаний показали эффективность их применения с целью экономии ресурсов и улучшения физико-механических свойств строительных блоков из газобетона.

Исследования возможности замены природного щебня и гравия вторичным сырьем при строительстве и ремонте дорог

А.Г. Губская, А.П. Гапотченко, К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
e-mail: info@niism.by

The article is devoted to the study of physical-mechanical and physical-chemical properties of crushed stone obtained by crushing secondary materials. On the basis of comparison of properties of secondary crushed stone and crushed stone from natural materials, the possibility of its use for the device of roads of low categories, intra-factory and transport and technological ways of enterprises is established.

В современном мире одним из ведущих направлений дорожной отрасли является повышение экологичности и качества дорожного покрытия при одновременном снижении стоимости, увеличение срока его эксплуатации. В качестве одного из источников снижения себестоимости укладки дорожных покрытий является использование при их устройстве техногенных отходов [1].

Использование вторичного сырья в дорожном строительстве не является новым для Республики Беларусь. Решению этих проблем посвящены работы [2, 3]. С 2003 года на базе УП «УДМС и Б Мингорисполкома» создан городской центр по приемке, хранению и переработке старого асфальтобетона.

Нами проанализированы экспериментальные данные, полученные при исследовании щебня и гравия из природных материалов и техногенных отходов. В настоящее время в Республике Беларусь действуют следующие ТНПА, определяющие требования к качеству щебня и гравия для дорожного строительства: ГОСТ 32703-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические условия» и ГОСТ 32495-2013 «Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленного бетона и железобетона. Технические условия». Проведенный анализ показывает, что требования к их качеству, определяемые перечисленными выше документами, практически, не отличаются.

Проведенные исследования показывают, что содержание вредных примесей во вторичном и природном щебне близки, и значительно ниже нормируемых значений.

Физико-механические показатели вторичного щебня значительно ниже, чем гранитного (таблица).

Поэтому вторичный щебень не рекомендуется использовать на дорогах с повышенной нагрузкой. Однако значительно более низкая цена вторичного щебня делает целесообразным его использование для устройства дорог низких категорий, внутри-заводских и транспортно-технологических путей предприятий.

Таблица – Физико-механические показатели вторичного и природного щебня

Показатель	Наименование организаций				
	КУП З-д эффективных промышленных конструкций	РУП Рем- путь Бел ЖД	ОДО Высо- кий за- мок	СООО Ре- мондис, г.Минск	РУПП Гранит
ТНПА на продукцию	ГОСТ 32495- 2013	ТУ ВУ 600049 506.001 -2018	ГОСТ 32495- 2013	ТУ ВУ 191307958. 002-2018	ГОСТ 32703- 2014
Вид материала	Вторичный щебень				Щебень из плотных горных пород
Марка по морозостойкости	F25	F25	-	-	F300
Марка по дробимости потеря массы, %	600 св.15 до 20	600 св.15 до 20	400 св.20 до 28	Не нор- миру-ется 18,9	1400 до 9 включ.
Марка по истираемости потеря массы, %	И-3 св.35 до 45	И-2 св.25 до 35	И-3 св.35 до 45	-	И-1 до 15 включ.

Список использованных источников:

1. Борукаев С.Б. Применение вторичных материалов в ходе дорожных работ / С.Б. Борукаев. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 28(266). – С. 20–22. URL/<https://moluch.ru/archive/266/61564>.

2. Вавилов А.В. ТКО целлюлозобитумосодержащие и минерального происхождения: получение вторичных продуктов / А.В. Вавилов – Минск: Жилкомиздат, 2018. – 178 с.

3. Вавилов А.В., Лобачевский В.И., Третьяк А.Н., Губская А.Г., Чигринова Ж.П. О решении в Беларуси проблемы получения продуктов из строительных отходов и местного природного сырья / Сборник материалов 5-го Белорусско-Балтийского форума, Минск, 9–10 октября 2019 г. – С.11–12.

Использование минераловатных отходов в технологии производства автоклавного ячеистого бетона

А.С. Жаврид, К.С. Сенатова, Л. П. Олецкая,
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
e-mail: info@niism.by

In this work, the possibility of using wastes from the mineral wool production of JSC "Gomelstroyaterialy" in the technology of aerated concrete production was studied.

It was found that the introduction of mineral wool waste makes it possible to increase the compressive strength of aerated concrete by 15.8–26.3 %.

При производстве минераловатных изделий на ОАО «Гомельстройматериалы» в процессе формования минераловатного ковра образуется порядка 1400 т отходов в месяц, значительная часть из которых вывозится на захоронение на свалки. Данные отходы представляют собой упавшие с вращающегося вала волокна, их слипшиеся конгломераты и корольки. Часть из этих отходов брикетируется и возвращается назад в производственный цикл, однако данная технология не позволяет перерабатывать все количество образующихся отходов, вследствие чего предприятие несет большие затраты на их утилизацию.

В данной работе была изучена возможность использования отходов минераловатного производства ОАО «Гомельстройматериалы» в технологии производства блоков из ячеистого бетона.

В результате исследования физико-химических свойств образцов минераловатных отходов было установлено, что количество органических веществ в образцах отходов, включая соединения фенольного ряда (фенолформальдегидная смола, новолаки, резиты и т.д.), ниже допустимых по ГОСТ 17177-94 значений. Следовательно, они могут быть использованы для вторичной переработки без проведения дополнительной обработки.

В результате проведенных в Государственном предприятии «Институт НИИСМ» лабораторных исследований и опытно-промышленных испытаний на ОАО «Гомельстройматериалы» были отработаны количество и способы введения минераловатных отходов в технологический процесс производства ячеистого бетона.

Было установлено, что введение минераловатных отходов позволяет увеличить прочность на сжатие ячеистого бетона на 15,8–26,3 %.

Свойства полученных образцов соответствуют существующим стандартам на данные виды продукции. При этом не требуются дополнительные затраты на дооснащение или модернизацию существующего оборудования.

В целом показано, что использование минераловатных отходов в производстве ячеистого бетона позволяет не только снизить экологическую нагрузку и экономить материальные ресурсы за счет снижения расходов на исходные материалы и захоронение отходов, но и получить продукцию более высокого качества.

Обеспечение радонозащиты в зданиях

А.Г. Губская, Т.А. Вашкевич, Н.И. Ушакова
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
e-mail: info@niism.by

The article is devoted to the research of radiation safety of building materials and raw materials for their production, as well as radon safety of newly constructed, projected and reconstructed buildings and structures.

Государственным предприятием «Институт НИИСМ» на протяжении последних десяти лет планомерно проводятся исследования радиационной безопасности строительных материалов и сырья для их производства, радонобезопасности вновь построенных, проектируемых и реконструированных зданий и сооружений.

Считалось, что территория Беларуси является радонобезопасной. Последние исследования позволили установить, что с геологической точки зрения, более 40 % территории Беларуси являются потенциально радоноопасными. Наиболее потенциально радоноопасные следующие территории Республики Беларусь: на юге – зоны, связанные с Микашевичско-Житковичским горстом и выступами Украинского кристаллического щита; на западе республики – территория, связанная с белорусским кристаллическим массивом. При среднефоновых концентрациях около 1000 Бк/м³ содержание радона в почвенном воздухе зон активного разлома возрастало до 15 000–25 000 Бк/м³. В Минске, например, есть два разлома, проходящие через весь город. Первый – по линии Щемыслица-Уручье проходит примерно через Курасовщину, Минск-Южный, район тракторного завода, Степянку. Второй – параллельно линии Семково-Сосны, примерно через улицу Варвашени, район улицы Кошевого, площадь Победы, а вторая его часть от площади Независимости вдоль улицы Тимирязева через Веснянку и лес [1].

По результатам исследований Государственного предприятия «Институт НИИСМ», в районах нашей республики с обычным уровнем естественного фона содержание радона-222 в воздухе жилых помещений составляет в среднем 30–40 Бк/м³ – зимой и 25–35 Бк/м³ летом, что объясняется изменением режима вентиляции. Среднегодовая величина равная 30 Бк/м³ близка к среднемировому значению – 40 Бк/м³. Диапазон концентраций радона-222 в помещениях достаточно велик – от 4 до 100 Бк/м³. Концентрации продуктов распада радона-222 в воздухе помещений примерно на 20 % ниже концентрации материнского радионуклида [2].

Основным источником радона в помещениях является почва под зданием, из которой, а также из строительных материалов он мигрирует по порам и трещинам. Пути проникновения радона могут стать практически любые неплотности в оболочке здания, расположенные ниже уровня земли. Решение о необходимости противорадоновой защиты принимается по результатам радиационно-экологических изысканий: для проектируемых зданий - плотность потока радона

не должна превышать 80 мБк/(м²·с), а для уже построенных нормируется объемная активность радона в воздухе, которая не должна превышать 100 Бк/м³ для вновь построенных зданий и 200 Бк/м³ – для реконструированных. Необходимо отметить, что в странах Европейского союза рекомендованы следующие нормативные значения активности радона: 200 Бк/м³ – для новых жилых зданий и 400 Бк/м³ – для старых.

При превышении нормативных значений содержания радона должна осуществляться противорадоновая защита. Противорадоновая защита здания – это система логически связанных технических решений, реализуемых в рамках принятой концепции проекта при разработке его всех основных частей. Необходимо отметить, что принятые меры на стадии проектирования зданий по снижению радона, всегда будут обходиться намного дешевле, чем любые меры по радонозащите в уже существующем здании.

Государственным предприятием «Институт НИИСМ» разработана новая редакция ТКП 45-2.03-134-2009 «Порядок обследования и критерии оценки радиационной безопасности строительных площадок, зданий и сооружений», в которой большое внимание уделяется выбору строительных материалов, используемых для радонозащиты.

На основании исследований, проведенных Государственным предприятием «Институт НИИСМ», был разработан новый вид радонозащитного материала – плиты гипсовые радонозащитные, производство которого освоено на ОАО «Белгипс» [3,4].

Список использованных источников:

1. Матвеев А.В. и др. Радон в природных и техногенных комплексах Беларуси // Литосфера. – 1996. – № 5.
2. Губская А.Г., Вашкевич Т.А., Ушакова Н.И. Обеспечение норм радиационной безопасности в строительном комплексе Республики Беларусь / Материалы Международной научно-технической конференции «Наука и технология строительных материалов: состояние и перспективы их развития», Мн., 25–27.10.2017 г. – С.16–20.
3. Goncharov. J.; Dubrovina. G.; Gubskaya. A. – Minsk Композиция для изготовления гипсокартонных листов для защиты помещений от проникновения радона (Zusammensetzung von Gipsmischungen zur Fertigung von Gipskarton zum Schutz vor Radon) //конференция, Веймар, Германия, 21–23 марта, 2017, 29 – р. 206–211.
4. Патент № 21497 Композиция для изготовления гипсокартонных листов для защиты помещений от проникновения радона/ Гончаров Ю.А., Дубровина Г.Г., Губская А.Г., 2017, 30.08.

Разработка окрасочных покрытий для силикатных материалов на основе кремнеземсодержащих техногенных отходов

А.Г. Губская, Т.В. Воловик, А.П. Гапотченко
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
e-mail: info@niism.by

The article presents the results of research on the development of compositions for painting silicate products: silicate bricks and chrysotile cement materials. The binder for coloring coatings is obtained by a weld-free method based on silica gel – a waste product of the production of aluminum fluoride. silica-containing wastes such as cellular concrete and rock crushing screenings are also used as a filler in the coloring coatings.

Государственным предприятием «Институт НИИСМ» проводятся исследования по комплексному решению проблемы получения окрасочных покрытий с использованием кремнеземсодержащих отходов как для получения связующего, так и минерального наполнителя.

Разработана безварочная технология получения натрий- или калий-силикатного связующего (жидкого стекла), которая включает следующие переделы: получение суспензии из богатых диоксидом кремния техногенных отходов; получение раствора гидроксида натрия (калия); перемешивание полученной суспензии и раствора щелочи; образование натрий (калий) силикатного связующего (жидкого стекла).

При разработке безварочной технологии получения связующего на основании проведенных анализов химического, минералогического и дисперсного состава отходов, образуемых в различных отраслях промышленности, в качестве кремнеземсодержащего компонента выбран кремнегель – отход производства фтористого алюминия ОАО «Гомельский химический завод».

По физико-техническим свойствам полученное силикатное связующее близко к жидкому стеклу, получаемому по традиционной технологии, путем варки силикат-глыбы и ее растворения. Использование в качестве основного компонента техногенных отходов, а также его получение по технологии с низкими энергозатратами позволяет значительно снизить стоимость продукта.

Одним из основных условий для получения долговечных окрасочных покрытий для силикатных материалов является выбор наполнителя с высокой паропроницаемостью. В соответствии с СТБ 1228-2000 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия» покрытие для силикатного кирпича должно иметь паропроницаемость не менее 70 % паропроницаемости основы (силикатного кирпича). Несоблюдение данного положения неизбежно приводит к возникновению дефектов, основным из которых является отслоение покрытия, то есть снижение его долговечности.

При проведении экспериментальных работ в качестве наполнителя были использованы отходы ячеистого бетона после автоклавной обработки с плотностью до 500 кг/м^3 филиала № 3 «Минский комбинат силикатных материалов» ОАО «Белорусский цементный завод». Экспериментальным путем установлено, что для получения качественного окрасочного покрытия величина зерен наполнителя должна быть не более 200 мкм. При увеличении размера зерен наблюдается расслаивание: наполнитель всплывает на поверхности связующего. Уменьшение тонины наполнителя неизбежно приведет к увеличению энергозатрат на его получение.

Использование окрасочного покрытия с наполнителем из ячеистого бетона позволило получить окрашенный силикатный кирпич со стойкой к механическим воздействиям поверхностью, соответствующим всем требованиям ТНПА: ГОСТ 379-2015 «Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия». Паропроницаемость полученного покрытия составила $0,068 \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$ – 76 % от паропроницаемости основы ($0,089 \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$).

Для окраски хризотилцементных материалов показатель «паропроницаемость» не имеет такого большого значения как для силикатного кирпича. Это связано с плотностью материала и его пористостью. Поэтому есть возможность использовать для получения окрасочного покрытия более тяжелый наполнитель, например, самую мелкую фракцию отсевов дробления горных пород производства РУПП «Гранит» – менее 0,315 мм.

Экспериментальные образцы листов хризотилцементных соответствуют всем требованиям ГОСТ 18124-2012 «Листы хризотилцементные плоские». Технические условия», Положительным фактором является то, что в результате нанесения покрытия на хризотилцементные листы заметно увеличивается прочность при изгибе, плотность при одновременном снижении их водопоглощения и, таким образом, увеличить их долговечность.

Преимущества использования керамических стеновых материалов в строительстве

Ж.П. Чигринова, Л.Н. Махленкова, Н.В. Якимчук
Государственное предприятие «Институт НИИСМ»
e-mail: niism.ker@yandex.ru

Advantages of using ceramic wall materials in construction: environmental friendliness, low thermal conductivity, high frost resistance, durability, strength

В современном строительстве достаточно широко применяются различные строительные материалы. Керамические стеновые материалы, являясь универсальным материалом, широко применяются для строительства объектов разнообразного назначения, возведения несущих конструкций и межкомнатных перегородок, элементов декора. При помощи такого строительного материала можно решать сложные архитектурные задачи, в том числе и реставрировать исторические объекты.

В Республике Беларусь разработана и выпускается широкая гамма керамических стеновых материалов. Основное производство керамических стеновых стройматериалов сосредоточено на ОАО «Радощковичский керамический завод», ОАО «Керамин», ОАО «Горынский КСМ», ОАО «Обольский керамический завод», ОАО «Керамика», ПУП «Лоевский КСМ» ОАО «Полесьестрой».

Керамические материалы имеют ряд преимуществ по сравнению с остальными стройматериалами, производимыми в стране. Одним из которых является экологичность керамических материалов, так как производятся они из экологически чистого минерального сырья – глины.

Строительные объекты, возведенные из керамических материалов, относятся к энергоэффективным, так как имеют низкую теплопроводность (0,25–0,42 Вт/(м·К)). Теплопроводность – это количество теплоты, проходящее через единицу площади слоя материала толщиной в единицу длины в течение единицы времени при разности температур обеих поверхностей слоя в 1°С и отсутствии боковой утечки теплоты. Расходы на обогрев дома в зимний период из керамического блока/кирпича резко снижаются. В летнее время в таком строении будет прохладно, но не сыро по сравнению с объектами, возведенными из других строительных материалов.

ОАО «Радощковичский керамический завод» является флагманом в Республике Беларусь в производстве блоков керамических поризованных. У данного строительного материала много плюсов. К одним из них относится низкая теплопроводность изделий – от 0,174 Вт/(м·К) при плотности 850 кг/см³ до 0,348 Вт/(м·К) при плотности 1129,7 кг/см³.

Размерный ряд блоков поризованных, в том числе перегородочных, – от 250x120x138 мм до 510x250x219 мм.

К преимуществам использования блоков керамических поризованных относится небольшой вес блоков, обусловленный их пористой структурой и наличием большого количества пустот. В результате процесс перемещения блоков по горизонтали, на высоту упрощается и ускоряется, что положительно влияет

на темпы строительства. Вследствие небольшого веса относительно размеров, уменьшается нагрузка на фундамент дома.

Одним из преимуществ керамических строительных материалов является их высокая прочность, что позволяет применять данные строительные материалы при строительстве объектов различного назначения. Марки по прочности кирпича керамического полнотелого и пустотелого рядового имеют диапазон от 125 до 250, лицевого кирпича, выпускаемого на ОАО «Горынский КСМ» – от 150 до 250.

По сравнению с остальными строительными материалами керамические материалы обладает самой высокой морозостойкостью. Морозостойкость керамического кирпича и блоков составляет от 50 до 100 циклов. Морозостойкость клинкерного кирпича производства ОАО «Керамин» составляет 300 циклов. Данное свойство позволяет использовать керамические стеновые материалы при облицовке стен зданий и сооружений без капитального ремонта фасадов длительный период времени.

Здания, возведенные из керамических материалов, обладают еще одним преимуществом – отличными звуко- и шумоизоляционными характеристиками.

К несомненным преимуществам керамики можно отнести и долговечность: эксплуатационный срок службы объектов составляет не менее 100 лет.

При совместной работе сотрудников Государственного предприятия «Институт НИИСМ» и ОАО «Горынского КСМ» в настоящее время выпущена опытная партия кирпича керамического печного полнотелого рядового.

Предлагаемая технология позволяет получать кирпич печной, выдерживающий не менее 2-х теплосмен по показателю «термостойкость». Технология получения данного инновационного продукта не требует дополнительного оснащения оборудованием существующей технологической линии.

Производство печного кирпича на ОАО «Горынский КСМ» даст возможность потребителю приобретать недорогой и качественный продукт отечественного производства взамен ввозимых импортных аналогов и расширить линейку производимых в стране строительных материалов.



Разработка saniрующей теплоизоляционной штукатурки

А.Г. Губская¹, О.Н. Лебедева¹, А.В. Лоско², В.В. Лоско²

¹Государственное предприятие «Институт НИИСМ

²ООО «СлаВикСа»

e-mail: info@niism.by, tma04@mail.ru

The article is devoted to the results of research on the development of compositions of sanitizing heat-insulating plasters. As a filler, an ultralight aggregate with a density of 80–200 kg/m³ is used on the basis of expanded silica-containing rock of sedimentary origin.

Особенность saniрующих штукатурных покрытий заключается в том, что они должны обеспечивать соблюдение следующих условий:

– паропроницаемость внешних слоев должна быть выше паропроницаемости предшествующих. Это условие должно соблюдаться вне зависимости от количества наносимых слоев;

– капиллярное водопоглощение наружного слоя должно быть меньше, чем у предыдущего;

– высокая пористость, причем поры должны быть преимущественно открытыми [1–3].

Разновидностью saniрующих штукатурных покрытий являются saniрующие теплоизоляционные штукатурки, которые должны соответствовать как требованиям к saniрующим штукатуркам, так и иметь низкую теплопроводность. В соответствии с СТБ EN 998-1-2012 «Требования к растворам для каменных работ. Часть 1. Раствор штукатурный» saniрующие теплоизоляционные штукатурки должны иметь теплопроводность, не превышающую требований к маркам T1 $\leq 0,10$ Вт/м·К и T2: $\leq 0,20$ Вт/м·К.

Известно, что теплопроводность строительных материалов является функцией их пористости: увеличение теплопроводности можно достичь путем увеличения пористости [1]. Для штукатурных растворов в этих целях наиболее часто используют в составе легкие и сверхлегкие заполнители. В качестве заполнителей чаще используют вспученные вермикулит и перлит, гранулы полистирола, пеностекло, стеклянные микросферы. У каждого из перечисленных выше наполнителей есть как достоинства, так и недостатки, определяющие возможности их использования.

Государственным предприятием «Институт НИИСМ» совместно с белорусской фирмой ООО «СлаВикСа» проводятся исследования по разработке составов saniрующих теплоизоляционных штукатурок. В качестве заполнителя используется сверхлегкий заполнитель с плотностью 80–200 кг/м³ на основе вспученной кремнеземсодержащей породы осадочного происхождения. Гранулы заполнителя производятся по технологии, разработанной и запатентованной ООО «СлаВикСа».

Гранулы обладают уникальной структурой: пронизаны системой макро- и микропор, диаметр которых примерно одинаков для всех фракций материала.

Количество же пор последовательно уменьшается при уменьшении фракции материала. Основные минералы сверхлегкого заполнителя представлены минералами диоксида кремния: кварцем и его высокотемпературной формы – тридимитом, полевым шпатом – анортитом, минералом группы цеолитов – гейландитом, а также минералами группы слюд – флогопитом и лепидомеланом.

Именно на основе сверхлегкого заполнителя удалось разработать сухие санирующие теплоизоляционные штукатурные смеси для внутренних и наружных штукатурных работ, свойства которых приведены в таблице.

Таблица – Свойства санирующих теплоизоляционных смесей

Показатели	Значение показателя для марки по плотности				
	M400	M450	M500	M550	M600
Предел прочности при сжатии, не менее, МПа	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Прочность сцепления с основанием, не менее, МПа	0,40	0,45	0,50	0,50	0,50
Капиллярное водопоглощение не более, кг/м ² ·мин ^{0,5} не менее, кг/м ² через 24ч	0,4		0,3		
Теплопроводность, Вт/(м·°С), не более	0,090	0,100	0,115	0,120	0,130
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,200	0,170	0,160	0,150	0,140
Морозостойкость контактного слоя, цикл, не менее	F25				
Трещиностойкость	Отсутствие трещин в слое 20 мм				

Применение теплоизоляционных санирующих штукатурных смесей позволит избежать появления дефектов на строительных объектах в процессе эксплуатации, а также использовать их при производстве реставрационных работ.

Список использованных источников:

1. Корнеев В.И., Зозуля П.В. Словарь «Что» есть «что» в сухих строительных смесях. – СПб.: НП «Союз производителей сухих строительных смесей», 2004. – 312 с.
2. Фрессель Ф. Ремонт влажных и поврежденных солями строительных сооружений. М.: ООО "Пэйнт-Медиа", 2006. – 320 с.
3. Хорст Ройль Руководство по защите и санированию строительных сооружений. Причины повреждений, методы диагностики, возможности санирования. Пер. с нем. – СПб.: «Квинтет», 2013. – 372 с.

Двухслойные пористые керамические материалы для микрофльтрации дисперсных систем

Ю.Г. Павлюкевич¹, Ю.А. Климош¹, Н.Н. Гундилович¹, Г. Скрипкиунас²,
О. Кизиниевич²

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

²Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса, г. Вильнюс
e-mail: pauliukevich@belstu.by, gintautas.skripkiunas@vilniustech.lt

The compositions and technological parameters of obtaining filtering corundum and quartz ceramic materials with functional membrane coatings obtained in the Al_2O_3 –ZnO, Al_2O_3 –Fe $_2$ O $_3$, Al_2O_3 –CuO and Al_2O_3 –MnO $_2$ systems were developed; the regularities of the process of formation of a layered porous permeable structure have been established in conjunction with the physicochemical properties, phase composition and performance characteristics of filter materials. Scientifically substantiated and experimentally confirmed the desirability of the use of polyphenylsiloxanes as a binder to obtain porous permeable corundum and quartz ceramics.

В современной промышленности одной из наиболее востребованных операций при разделении неоднородных систем является микрофльтрация, позволяющая отделять частицы размером 0,1–10 мкм. Использование процессов микрофльтрации в пищевой промышленности позволило проводить очистку либо концентрирование дисперсных систем без выпаривания или вымораживания, что привело к значительному снижению энергоемкости процессов обезвоживания, повысило качество и выход получаемых продуктов. Развитие и активное внедрение процессов микрофльтрации в пищевой, химической, нефтехимической и фармацевтической промышленности обусловило необходимость совершенствования существующих и создания новых фильтрующих материалов.

Выполнено комплексное исследование процессов формирования структуры и фазового состава пористых проницаемых материалов на основе корундовой и кварцевой керамики во взаимосвязи с физико-химическими свойствами при использовании в качестве связующего полифенилсилоксана с микрофилтующим слоем из частиц, полученных в результате термически инициируемого взаимодействия компонентов в системе нитрат металла – карбамид, что позволяет использовать разработанные составы и технологические режимы для изготовления микрофилтующих керамических изделий с заданными эксплуатационными характеристиками.

Установлены особенности энергоэффективного процесса получения высокодисперсных частиц для микрофилтующего слоя на основе композиций Al_2O_3 –ZnO, Al_2O_3 –Fe $_2$ O $_3$, Al_2O_3 –CuO и Al_2O_3 –MnO $_2$, содержащих 97,0–99,5 мол. % Al_2O_3 , заключающиеся в термически инициируемом взаимодействии компонентов в системе нитрат металла – карбамид, сопровождающемся образованием самовоспламеняющейся смеси газов (NH $_3$, HNCО, оксиды азота), что обеспечивает повышение температуры в реакционной зоне до 1300–1600 °С и последующее формирование пористых чешуйчатых агрегатов размером 2–8 мкм.

Установлено, что керамические порошки, полученные при термически инициируемом взаимодействии компонентов в системе нитрат металла – карбамид, являются агрегированными полидисперсными системами частиц, которые характеризуются угловатой пластинчатой формой с наличием криволинейных плоскостей и острых углов, что позволяет создавать на их основе корпускулярные пористые проницаемые тела с плоскощелевидной и клиновидной формой пор, обладающих лабиринтообразным сообщением в смежных поровых каналах, для использования в качестве микрофильтрующих материалов.

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения полифенилсилоксана в качестве связующего при получении макропористых корундовых и кварцевых подложек, что обусловлено его высокими пластифицирующими свойствами, обеспечивающими прочную связь каркасообразующих частиц и формирование пространственной пористой структуры материала, а также интенсификацией процесса спекания за счет формирования в области контакта каркасообразующих частиц тонкодисперсного аморфного оксида кремния, обладающего повышенной реакционной способностью, что позволило обеспечить механическую прочность при сжатии 17–22 МПа.

Экспериментально подтверждено, что использование метода пленочного литья суспензии из структурированных тонкодисперсных керамических порошков позволяет сформировать однородные микрофильтрующие покрытия толщиной 30–50 мкм на поверхности пористых проницаемых керамических подложек, при этом глубина проникновения частиц мембранного слоя в поры подложек составляет 5–10 мкм, а поровая структура покрытия сформирована в виде развитой сети открытых каналобразующих макропор щелевидной формы, средний эквивалентный диаметр которых равен 1–4 мкм.

Разработаны составы и технологические параметры получения двухслойных пористых проницаемых керамических материалов на основе макропористых корундовых и кварцевых подложек в сочетании с микрофильтрующим мембранным слоем, обеспечивающие высокие физико-химические и эксплуатационные характеристики изделий. Полученные результаты подтверждены испытаниями изготовленных опытных образцов на предприятиях и в организациях Республики Беларусь.

Научные и прикладные результаты исследований могут быть использованы при производстве керамических фильтров для полифракционной или селективной очистки молока и молочных продуктов, обезжелезивания подземных вод, а также в тест-системах фракционирования субпопуляций опухолевых клеток человека.

Е.П. Ходан

Белорусский национальный технический университет

e-mail: lenaxodan@bntu.by

In this article, we described the proposed method of forecasting the wear of asphalt concrete coatings, which allows us to assess the wear of the pavement structure taking into account the abrasion of the wheels of cars, the temperature and humidity of the coating at different stages, thereby choosing more effective materials for the construction and repair of road surfaces, which in turn will improve the transport and operational condition of roads.

Актуальность темы заключается в том, что в связи с непрерывным ростом интенсивности движения на автомобильных дорогах, повышением грузоподъемности транспортных средств и осевых нагрузок требуются новые подходы к увеличению долговечности дорожных покрытий.

Цель работы – разработка методики прогнозирования износа асфальтобетонных покрытий, позволяющая оценивать износ конструкции дорожных покрытий с учетом истирающего воздействия колес автомобилей, температуры покрытия и его влажности.

Исследование заключалось в определении влияния максимальной крупности, марки по дробимости, марки по износостойкости крупного заполнителя на износостойкость асфальтобетона, а также в разработке достоверного метода определения износостойкости асфальтобетона.

Для проведения испытаний истираемости асфальтобетона с различным видом и крупностью крупного заполнителя были изготовлены 6 асфальтобетонных образцов следующего состава: крупный заполнитель – 60 %; отсев дробления – 40 %; битум БНД 70/100 – 5,8 %. Испытание образцов проводили на воздушно-сухих образцах, предварительно выдержанных двое суток при $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(50 \pm 20)\%$, а также на образцах, предварительно насыщенных водой. Перед испытанием образцы взвешивались, далее производилось истирание на приборе ЛКИ-3 (рис. 1) в соответствии с СТБ 1115 [1] при температурах 0°C и $+20^\circ\text{C}$, после чего определялась истираемость каждого образца, характеризующая потерей массы образца с погрешностью до 0,1 г по формуле:

$$G_1 = m_1 - m_2 \quad (1)$$

где m_1 – масса образца до испытания, г;

m_2 – масса образца после циклов испытания, г.

Результаты испытаний позволили установить следующее: крупность заполнителя не оказывает существенного влияния на износ асфальтобетона из гранитного щебня, и существенно влияет на износ асфальтобетона из гравия и щебня из гравия; длительное воздействие влаги отрицательно влияет на износ

асфальтобетона независимо от вида заполнителя; наибольшему износу подвержены образцы из щебня из гравия.

При разработке метода определения износостойкости асфальтобетонных покрытий в соответствии с СТБ 1033 [2] были приготовлены 4 серии асфальтобетонных образцов различных типов: С, А, Б, Д. Подготовка образцов асфальтобетона и методика испытаний аналогичны изложенным выше. Истирание образцов определяется по формуле 1.

По результатам испытаний и обработке результатов установлено следующее: износ асфальтобетона с повышением содержания крупного заполнителя уменьшается; длительное водонасыщение отрицательно влияет на износостойкость всех типов асфальтобетона.

Предложенная нами методика прогнозирования износа асфальтобетонных покрытий позволит оценивать износ конструкции дорожных покрытий и может быть использована на стадиях инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации дорог.

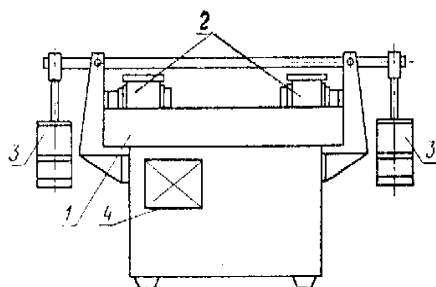


Рис. 1. Лабораторный круг истирания ЛКИ-3:
1 – истирающий диск; 2 – испытываемые образцы; 3 – нагружающее устройство;
4 – счетчик оборотов;

Список использованных источников:

1. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний: СТБ 1115-2013. – Введ. 2013-10-31. – Минск.: Госстандарт, 2013.
2. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия: СТБ 1033-2016. – Введ. 2016-01-27. – Минск.: Госстандарт, 2016.

Структурообразование диффузионных боридных слоев при предварительной активации

Ю.С. Ушеренко¹, В.Г. Дашкевич¹, В.А. Миронов²

Белорусский Национальный Технический университет, Минск, Беларусь

Рижский технический университет, Рига, Латвия

e-mail: osher_yu@mail.ru

The features of the structure formation of diffusion layers obtained by a technology including preliminary surface treatment of steel products made of U8 steel and subsequent boriding in powder media have been investigated. The pretreatment consisted of dynamic alloying in the superdeep penetration (SDP) mode with a SiC-based powder composition. As a result, the thickness of the diffusion layer increases, its porosity decreases, and the proportion of the high-boron FeB phase in the layer increases.

Проведено исследование структурообразования диффузионных слоев, полученных по технологии, включающей предварительную обработку поверхности стальных изделий и последующее низкотемпературное борирование в порошковых средах. Предварительная обработка заключалась в динамическом легировании методом сверхглубокого проникновения порошковой композицией на основе SiC.

В качестве модельного материала была использована высокоуглеродистая сталь У8 (ГОСТ 1435). Выбор стали обусловлен повышенным фактором хрупкости диффузионных слоев и низкой кинетикой роста термодиффузионного слоя, что сдерживает широкое применение стали с рассматриваемым упрочнением¹. Предварительная активация образцов из стали У8 была выполнена динамическим легированием в режиме сверхглубокого проникания. Динамическая обработка в режиме СГП проводилась с помощью пушечного ускорителя в следующих условиях²: скорость частиц ~1000 м/с, время воздействия -100 мкс, материал заготовок: углеродистая сталь У8, материал ударников: 50 % – порошок SiC (99 % SiC, гранулометрический состав 63–70 мкм), 35 % – порошок алюминия ПА-4 (98 % Al, гранулометрический состав 15–100 мкм); 15 % – порошок ПГ10Н01 (% С 0,6–1,0; Cr 14–20; Ni-основа; Si 4,0–4,5; Fe 3,0–7,0; В 2,8–4,5; гранулометрический состав 40–100 мкм). Диффузионное насыщение проводили в порошковой среде в контейнерах, герметизируемых плавким затвором. Контроль температуры осуществляли при помощи потенциометра ПСР-01, градуировка ХА. В качестве насыщающей среды использовали порошковую смесь торговой марки «Besto-bor» – синтезированная порошковая среда для борирования, обладающая высокой насыщающей способностью, которая разработана сотрудниками научно-исследовательской лаборатории упрочнения стальных изделий БНТУ. Режимы борирования: высокотемпературное борирование – 4 часа при 900–920 °С, низкотемпературное – 4 часа при 640–650 °С. В результате выполненной работы исследованы особенности структурообразования диффузионных боридных слоев, полученных после активации поверхности.

Предварительная активация в режиме сверхглубокого проникания привела к значительным объемным изменениям структуры обработанного материала. Отмечено в обоих вариантах борирования (низкотемпературное и высокотемпературное), при проведении предварительной активации, происходит изменение морфологии термодиффузионного слоя, что выражается в снижении пористости, в частности в подборидном слое и уменьшении традиционной для борирования иглоподобности.

Установлено, что в результате предварительной обработки происходит прирост толщины диффузионного слоя на 20...50 %, особенно это заметно для высокотемпературного борирования. Увеличивается доля высокобористой фазы FeB в слое, что свидетельствует об интенсификации стадии диффузии и реакции в металле.

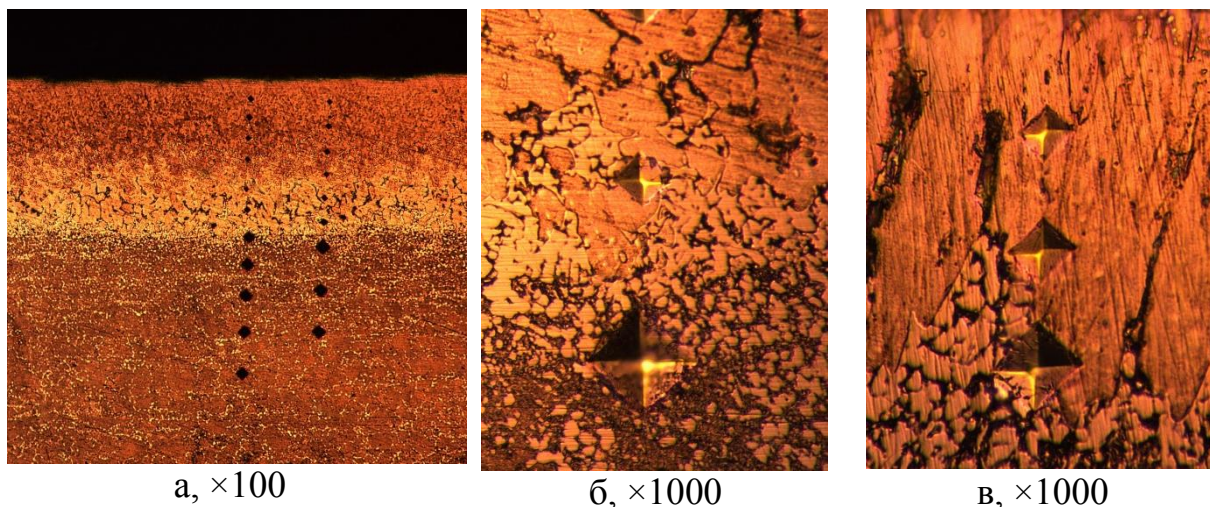


Рисунок 1 – Микроструктура образцов стали У8 после высокотемпературного борирования в порошковой среде Besto-Vor с предварительной активацией динамической прошивкой (а, б) и без предварительной активации (в)

Список использованных источников:

1. Крукович, М.Г. Пластичность борированных слоев / М.Г. Крукович, Б.А. Прусаков, И.Г. Сизов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 384 с.
2. Usherenko Y., Mironovs V., Lapkovskis V., Usherenko S., Gluschenkov V., Agronomy Research 2019, 17 (6), 2445–2454.

Новые наноструктурные каталитические материалы на основе $\text{MgLn}_x\text{Fe}_{(2-x)}\text{O}_4$, для деструкции органических поллютантов

В.Г. Прозорович, А.И. Иванец

Государственное научное учреждение «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси»

e-mail: Vladimirprozorovich@gmail.com

The advisability of doping of magnesium ferrite with rare earth elements to obtain on their basis new nanostructured Fenton-like catalysts for the destruction of organic pollutants has been substantiated. The main advantages of the materials being developed are the high efficiency of oxidative destruction and mineralization of organic pollutants in aqueous media.

На сегодняшний день существенный рост загрязнения водных систем во всем мире представляет серьезную угрозу для окружающей среды и здоровья человека [1]. Традиционные технологии очистки промышленных сточных и загрязненных природных вод приближаются к своим пределам, что обусловлено существенным ростом количества поллютантов органической природы (синтетические красители и пигменты, фармацевтические препараты, пестициды, растворители, поверхностно-активные вещества, удобрения и др.), большинство из которых стабильны и трудно поддаются биоразложению или фотодеградаци. Наиболее перспективным для очистки водных систем от данных токсичных поллютантов является применение окислительно-восстановительных процессов типа *AOP* (*Advanced Oxidation Processes*), в частности, использование Фентон-подобных гетерогенных фотокатализаторов [2, 3]. Допированные редкоземельными элементами ферриты магния могут быть отнесен к последним.

В настоящей работе с использованием метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза получены образцы ферритов магния, допированных ионами лантаноидов ($\text{MgLn}_x\text{Fe}_{(2-x)}\text{O}_4$). Исследование влияния природы ($\text{Ln}^{3+} = \text{La}^{3+}, \text{Ce}^{3+}, \text{Sm}^{3+}, \text{Gd}^{3+}$ и Dy^{3+}) и концентрации (1–10 ат.%) допантов на структуру и фазовый состав катализаторов показало, что введение ионов Ln^{3+} затрудняет кристаллизацию феррита магния, в результате чего полученные образцы характеризуются низкой степенью кристалличности. При этом природа допанта Ln^{3+} и его концентрация не оказывают существенного влияния на структуру и фазовый состав полученных образцов. Аналогичная закономерность показана при изучении морфологии и адсорбционно-текстурных свойств. Так введение ионов Ln^{3+} в диапазоне концентраций 1–10 ат.% не оказывает существенного влияния на морфологию и размер агломератов частиц (2–8 нм) образцов ферритов магния. На примере иона-допанта La^{3+} показано, что на поверхности полученных образцов происходит нестехиометрическое концентрирование ионов железа (соотношение элементов $\text{Mg}:\text{Fe}:\text{La}$ составляет 1:2,1–4,3:0,02–0,11). Это является положи-

тельным фактом для последующего прогнозирования эффективности катализаторов на основе допированных ферритов магния в фото-Фентон и фотокаталитических процессах деструкции органических поллютантов.

Увеличение температуры термообработки от 300 до 600 °С в ходе синтеза $MgLn_xFe_{(2-x)}O_4$ приводит к потере каталитических свойств образцов, что, по-видимому, обусловлено незначительным количеством, либо отсутствием гидроксильных групп (-ОН) на поверхности данных катализаторов. В тоже время установлено, что вне зависимости от природы и концентрации иона-допанта Ln^{3+} степень окислительной деструкции красителя при облучении УФ- и видимым излучением достигает значений 95-100 % в течение 20 и 60 минут, соответственно. На основании сравнения значений кажущейся константы скорости (k') реакции первого порядка показано, что при использовании УФ-излучения происходит рост каталитической активности $MgLn_xFe_{(2-x)}O_4$ в $\sim 1,5-17,1$ раз и исходного феррита магния в $\sim 1,2$ раза. Сравнение значений k' для полученных образцов ферритов с аналогичными Фентон-подобными катализаторами доказывает их высокую эффективность.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Х19ЛИТГ-007).

Список использованных источников:

1. Nasrollahzadeh, M., Sajjadi, M., Irvani S., et al., 2021. Green-synthesized nanocatalysts and nanomaterials for water treatment: Current challenges and future perspectives. J. Hazard. Mater. 401, 123401. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123401>.
2. Ivanets, A., Roshchina, M., Srivastava, V., et al., 2019. Effect of metal ions adsorption on the efficiency of methylene blue degradation onto $MgFe_2O_4$ as Fenton-like catalysts. Colloids Surf., A. 571, 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.03.071>.
3. Ivanets, A., Prozorovich, V., Roshchina, M., et al., 2020. Heterogeneous Fenton oxidation using magnesium ferrite nanoparticles for Ibuprofen removal from wastewater: optimization and kinetics studies. J. Nanomater. 2020, 8159628. <https://doi.org/10.1155/2020/8159628>.

Состав против смерзания и пыления углеродистых материалов

Ю.А. Булавка, В.А. Ляхович
Полоцкий государственный университет,
e-mail: u.bylavka@psu.by

Developed dust suppressing-antifreeze agent will reduce the dust exposure on the employees and improve petroleum coke freeze resistance. This will have a positive impact on the solution of the problem of transportation of fuel grade petroleum coke at subzero temperatures, and will also allow expanding the range of marketable products, increasing production efficiency and reducing expenditures on purchasing of imported antifreeze.

Стратегическим объектом, с экономической точки зрения, для Республики Беларусь является установка замедленного коксования, которая позволит увеличить на ОАО «Нафтан» выход топливных фракций и наладить выпуск новой продукции – нефтяного кокса.

Высокая влажность нефтяного кокса создает трудности при его перевозке в зимний период, потому как происходит смерзание груза и примерзанием к металлической поверхности думпкаров, гондол, хопперов, кузовов автосамосвалов. В результате этого до 50 % горной массы остается не выгруженной, что вызывает необходимость в дополнительной очистке, при этом стоимость перевозки увеличивается 10...18 %. Для предупреждения пылеуноса, прилипания, смерзания, примерзания горных пород имеющих повышенную влажность применяются различные средства, наиболее широкое промышленное применение за последние годы получили профилактические средства нефтяного происхождения – Нио-грин и Универсин [1, 2].

Задача, данного исследования заключается в вовлечении минимального количества загущающей добавки нефтяного происхождения (гудрона либо мазута), достаточного для проявления депрессорного эффекта за счет структурной организации макромолекулярных ассоциатов смолисто-асфальтовых веществ остатков в керосино-газойлевых фракциях вторичных процессов без существенного увеличения вязкости и с возможностью равномерного нанесения профилактического средства на грузы в мелкодиспергированном состоянии, используя для этого форсунки, что позволит сократить затраты на их транспортировку и выгрузку.

В рамках данного исследования выполнено компаундирование загущающей добавкой (гудрона либо мазута) с керосино-газойлевыми фракциями вторичных процессов нефтепереработки, произведен подбор и определено оптимальное соотношение исходных сырьевых компонентов для получения пылеподавляюще-противосмерзающего средства с комплексом требуемых свойств.

Полученные пылеподавляюще-противосмерзающие средства исследовали стандартными методами с целью установления температуры застывания (ГОСТ 20287-74), температуры вспышки в закрытом тигле (ГОСТ 6356), условной вязкости при 50 °С (ГОСТ 6258), плотности 20 °С (ГОСТ 3900), массового содержания механические примесей и воды (ГОСТ 6370 и ГОСТ 2477 соответственно). Анализ технико-экономических показателей предлагаемых пылепо-

давяюще-противосмерзающих средств в сравнении промышленными аналогами показал, что они не уступают по основным эксплуатационным свойствам «Ниогрину-ПС 35С» и при этом дешевле более чем в два раза. Определено, что 3...5 % мас. является оптимальной концентрацией загущающей добавки для достижения максимального депрессорного эффекта. Анализ коррозионного воздействия на металлы (Сталь 10, алюминий, медь) по ГОСТ 9.080 показал, что все образцы выдерживают испытания. Моделирование процесса примерзания и прилипания к поверхности полувагонов в лабораторных условиях при искусственном обводнении (содержание влаги 10 %) нефтяного кокса либо каменного угля в морозильных камерах при температуре -30 °С в течение 48 ч показало, что значительно уменьшается смерзаемость нефтяного кокса либо угля и облегчается их выгрузка из контейнеров-макетов. Оценка запыленности воздушной среды коксовой пылью производимая массовым методом показала, что использование средства снижает запыленность воздуха до 7,4 раза. Моделирование процесса пылеуноса нефтяного кокса в лабораторной аэродинамической трубе при скорости ветра 30 км/ч показало, что потери в процессе выдувания сокращаются в 4,8 раза.

Разработанные пылеподавляюще-противосмерзающие средства не проявляют коррозионной агрессивности по отношению к металлическим поверхностям, не содержат механических примесей и воды, имеют достаточно высокие температуры вспышки, соответствующие требованиям пожарной безопасности, характеризуются низкими температурами застывания, позволяющими их использовать при температурах окружающей среды ниже минус 30 °С; имеют хорошую смачиваемость, адгезионную способность и реологические свойствами; небольшой расход около 1,5 % мас. на массу транспортируемого груза. Предлагаемые пылеподавляюще-противосмерзающих могут быть рекомендованы к использованию для борьбы с пылеобразованием и предотвращением примерзания и прилипания горных пород и сыпучих углеродсодержащих грузов к металлическим поверхностям и полостям автомобильного и железнодорожного транспорта.

Список использованных источников:

1. Reduction of airborne particulate matter emissions associated with petroleum coke production / Y A Bulauka, V A Liakhovich, D N Adamovich // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 962(4), 042075 doi:10.1088/1757-899X/962/4/042075

2. Снижение воздействия коксовой пыли на работников путем использования пылеподавляюще-противосмерзающего средства / Булавка Ю.А., Ляхович В.А. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. 2020. № 3. С. 83–87.

Получение материалов косметологического назначения методом электроформования

Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская

Витебский государственный технологический университет
e-mail: ryklin-db@mail.ru, yasinskaynn@rambler.ru

The paper is devoted to development of electrospun nanofibrous polyamide-6 web with hyaluronic acid which can be used for health care and cosmetology. It was proven that hyaluronic acid is not isolated from the environment by polyamide-6 in web structure and could interact with human skin during the developed material use.

Электроформование является одним из перспективных методов создания новых видов нановолокнистых материалов различного применения, в том числе, медицинского и косметологического. Достоинством таких материалов является их развитая поверхность, способствующая увеличению степени воздействия биологически активных веществ на взаимодействующую с материалом область тела человека. При этом достигается существенный эффект при минимальном количестве активных веществ, что снижает риск аллергических реакций. Введение в состав нановолокнистых материалов различных добавок позволит получать материалы с заданными функциональными свойствами (антимикробными, ароматическими и др.).

В рамках Белорусско-Литовского научно-технического проекта «Влияние состава нановолокнистых покрытий на функциональные свойства текстильных материалов», выполненного в 2015–2016 гг., в сотрудничестве с Каунасским технологическим университетом разработаны материалы косметологического назначения с нановолокнистыми покрытиями, содержащими в своем составе гиалуроновую кислоту.

Гиалуроновая кислота используется в косметике как функциональная добавка в средствах ухода за кожей: кремов, губной помады, лосьонов и пр. По утверждению производителей косметики, их эффективность основывается на способности этого активного вещества связывать влагу, в результате чего достигается омолаживающий эффект редермализации.

В качестве волокнообразующего полимера выбран полиамид-6, который растворяли в муравьиной кислоте в пропорции 10 / 90. Гиалуроновую кислоту растворяли в теплой воде при тщательном перемешивании до образования однородной гелеобразной субстанции. После этого вносили раствор гиалуроновой кислоты в формовочный раствор полиамида. При этом процентное содержание гиалуроновой кислоты в волокнообразующем растворе составляло 0,4 %, а в нановолокнистом покрытии при условии полного испарения воды и муравьиной кислоты – 4,8 %.

Анализ структуры получаемых материалов методом электронной сканирующей микроскопии показал, что средний диаметр получаемых волокон составляет от 50 до 60 нм при коэффициенте вариации 20 %. Полученные значения не превышают 100 нм, следовательно, материалы могут считаться нановолокнистыми.

В то же время на фотографиях покрытий были обнаружены застывшие капли раствора. Их количество существенно превышает количество аналогичных дефектов, наблюдавшихся в структуре покрытий, которые были получены без добавления в раствор гиалуроновой кислоты.

В связи с этим возникла необходимость подтверждения того, что застывшие капли не состоят из смеси гиалуроновой кислоты и полиамида. В противном случае такая структура покрытия препятствовала бы активному воздействию гиалуроновой кислоты на кожу человека при использовании разрабатываемых материалов в косметологических целях.

При проведении исследований изучалось изменение структуры нановолокнистого материала при воздействии на него горячей воды в течение различного времени. Установлено, что уже после 5 минут обработки наблюдается увеличение количества участков, на которых происходит переход гиалуроновой кислоты из твердого в гелеобразное состояние. По мере увеличения продолжительности обработки уменьшается площадь участков покрытия, незаполненных материалом, что вызвано набуханием гелеобразных сгустков, сформированных при взаимодействии гиалуроновой кислоты с водой.

На изображениях, полученных при увеличении в 50 000 раз, можно увидеть, что после 20 минут обработки гиалуроновая кислота полностью покрывает нановолокна, сформированные из полиамида-6, что способствует ее взаимодействию с кожей человека в процессе использования получаемых материалов в косметологических целях.

Таким образом, экспериментально подтверждено предположение о том, что увеличение количества застывших капель в покрытии произошло за счет того, что часть этих капель была сформирована из гелеобразной субстанции, получаемой при растворении гиалуроновой кислоты в воде. Кроме того, доказано, что гиалуроновая кислота не оказывается изолированной полиамидом-6 внутри застывших капель и нановолокон и может взаимодействовать с кожей человека в процессе использования получаемых материалов в косметологии.

Перспективным направлением совместных исследований в области создания инновационных материалов для косметологии и медицины является разработка технологического процесса формирования нанокompозитных текстильных материалов с заданными свойствами на основе волокон типа «ядро-оболочка». Такая структура волокна позволяет решать ряд новых задач, например, при разработке материалов для медицины на основе биodeградирующих полимеров структура волокна «ядро-оболочка» позволяет достичь заданной последовательности воздействия различных активных препаратов из внешнего и внутреннего слоев волокна на организм человека в случае такой необходимости, может быть успешно использована для создания новых лекарственных препаратов с адресным и пролонгированным действием.

Основные результаты Белорусско-Литовского сотрудничества в области теоретического исследования новых материалов

В.Р. Стемпицкий¹, М.С. Баранова¹, В.А. Скачкова¹, Е. Тамулене²

¹Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

²Вильнюсский университет, Институт теоретической
физики и астрономии
e-mail: Baranova@bsuir.by

The article describes the positive experience of cooperation between Vilnius University (VU) and the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (BSUIR). BSUIR researchers completed an internship at the VU, where precursors for FEBID technology were studied on the basis of computer simulation. The results of joint research within the framework of the BRFFR project are also presented.

В рамках сотрудничества Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (БГУИР) и Института теоретической физики и астрономии Вильнюсского Университета (ВУ) сотрудниками научно-исследовательской лаборатории 4.4 (НИЛ) «Компьютерное проектирование микро- и наноэлектронных систем» пройдены стажировки на базе ВУ, а также успешно завершён совместный научно-исследовательский проект. Исследования были направлены на теоретическое компьютерное изучение фундаментальных свойств и перспектив использования наноматериалов.

Стажировки сотрудников НИЛ 4.4 составляли 2 месяца и проводились при финансовой поддержке Литовских государственных стипендий (Lithuanian State Scholarships) под научным руководством доктора Е. Тамулене. Научно-исследовательские задачи, поставленные перед стажерами, были направлены на моделирование методами квантовой химии прекурсоров, которые используются для формирования наноструктур осаждением с помощью сфокусированного электронного пучка (FEBID технология).

Во время первой командировки в ВУ проведено моделирование $\text{Ag}(1,1,1,5,5,5,\text{hexafluoropentanedioato})(\text{PMe}_3)$ молекул, которое подтвердило термическую и химическую стабильности объектов исследования, а также выполнен анализ токсичности наноструктур. Основными результатами научных исследований является обоснование возможности синтеза наноструктуры (исходя из энергетических показателей), а также подтверждение наличия необходимых физико-химических характеристик для использования молекулы на основе серебра в качестве прекурсора для FEBID технологии. Во время второй стажировки проведено исследование наночастиц с общей формулой Co_{18}O_n ($n=0-17$), которые также могут использоваться в качестве прекурсора технологии FEBID (рисунок 1).

Определены термическая и химическая стабильности, токсичность, твердость и мягкость исследуемых частиц. Установлено, что энергетически частицам выгодно иметь форму эллипса, а увеличение количества атомов кислорода приводит к стабилизации наночастиц. На основании полученных результатов высказаны предположения о низкой летучести и высокой вероятности адгезии частиц

Co₁₈O₁₇ на свободные поверхности Полученные результаты свидетельствуют о высоком потенциале использования наночастиц Co₁₈O₁₇ в качестве прекурсора.

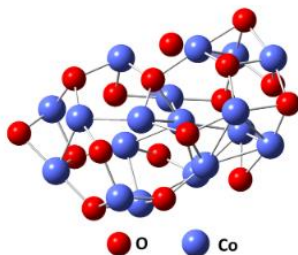


Рисунок 1 – Co₁₈O₁₇ частица

Компьютерное моделирование выполнялось с использованием программного комплекса Gaussian в центре цифровых расчетов ВУ и в рамках выполнения исследовательских задач по проекту COST Action CM1301 (CELINA).

При поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, в рамках совместных проектов с Литовской академией наук, выполнено исследование перспективных систем на основе двух и трехкомпонентных квазидвумерных структур переходных металлов 4-й и 5-й групп, а именно гетероструктур на основе графена и оксида цинка (сульфида цинка), однослойных структур халькогенидной шпинели с переходными металлами (CuCr₂Se₄) и дефектных соединений TiS₂. Установлены зависимости фундаментальных свойств от особенностей структур. Так, например, при переходе от трехмерного CuCr₂Se₄ к двумерной структуре, ширина запрещенной зоны увеличивается, что позволяет использовать соединение в МОП технологии спиновых транзисторов. Адгезия графена на поверхности ZnO и ZnS происходит с межслоевым расстоянием 3,16 Å и 3,45 Å соответственно, при этом в зонной диаграмме, в одном из случаев, возникает зазор (запрещенная зона) порядка 0,35 эВ из-за энергетического влияния ZnS.

Выполнение проектов в рамках совместного сотрудничества ВУ и БГУИР позволило получить конкурентные результаты теоретического исследования новых материалов соответствующие общемировому уровню. Сотрудники НИЛ 4.4 НИЧ БГУИР освоили методы компьютерного моделирования, которые ранее не использовались исследовательской группой. Также положительным оказался опыт работы на вычислительном кластере литовской стороны. В последующем навык проведения распределенных расчетов был использован в стенах БГУИР. Исследования в рамках проекта БРФФИ способствовало получению большому количеству научных результатов, что положительно отразилось на публикационной активности сотрудников.

Геодезический метод определения ровности дорожного покрытия с использованием квадрокоптера

И.Ю. Комадей,¹ Е.М. Жуковский²

Белорусский национальный технический университет

¹komadeyira@gmail.com, ²zhukovskye@gmail.com

The disadvantages of existing methods for determining the evenness of the road surface make it necessary to search for new ones. The introduction of air laser scanning technology from a quadrocopter makes it possible to significantly speed up the process of performing work compared to instrumental shooting, allow you to get a digital model of the area, as a result of which data on the longitudinal and transverse evenness, as well as the defects of road surfaces are determined in conjunction with each other, which will lead to a positive economic effect.

Ровность дорожных покрытий является важнейшим показателем транспортно-эксплуатационного состояния, и как следствие, качества автомобильной дороги. С одной стороны, этот показатель понятен для пользователей автомобильной дороги и прост в определении, а с другой он является интегральным и связывает прочность дорожных одежд, осевые нагрузки, интенсивность и состав транспортного потока. По динамике изменения ровности дороги можно судить о её остаточном сроке службы.

В настоящее время в Республике Беларусь и других странах ровность оценивается по международному индексу ровности IRI (International Roughness Index).

Ровность дорожных покрытий может быть определена:

- методами, использующими измерительные приборы типа толчкомер;
- профилометрическими методами.

Методы, использующие толчкомеры, основаны на воздействие неровностей дорожного покрытия на подвеску автомобиля. Для измерения могут использоваться толчкомеры, динамометрические прицепы акселерометры. К недостаткам метода можно отнести нестабильность во времени результатов измерения, и несопоставимость результатов, полученных различными приборами.

Сущность профилометрических методов является определение ровности покрытий при непосредственном измерении неровностей поверхности покрытия относительно некоторой условной линии. Методы могут быть реализованы при помощи различных видов профилометров (лазерные, оптические, ультразвуковые и т.д.), измерительных реек, высокоточного нивелирования.

Использование измерительных реек хотя и простое, но не дает требуемых результатов по точности. Кроме того такие измерения обладают не высокой скоростью работ, а так же необходимостью ограничивать движение транспортных средств. Высокоточное нивелирование хотя и дает приемлемые результаты по точности, но так же вызывает необходимость ограничивать движение транспортных средств на автомобильной дороге, что делает невозможным его применение на дорогах с высокой интенсивностью движение. Точность результатов, получа-

емых с помощью профилометров, зависит от конструкции и типа измерительного оборудования. Кроме того, скорость движения автомобиля с измерительным оборудованием ограничивается 80 км/ч, что приводит к снижению скорости транспортного потока в целом.

Таким образом, недостатки существующих методов ставят необходимость поисков новых методов, которые обеспечат качественные, воспроизводимые результаты с требуемой точностью без вмешательства в транспортный поток.

К наиболее перспективному методу в настоящий момент можно отнести воздушное лазерное сканирование с помощью квадрокоптеров.

Внедрение технологии воздушного лазерного сканирования с квадрокоптера обеспечивает возможность существенно ускорить процесс выполнения работ по сравнению с инструментальной съемкой. В отличие от пилотируемой авиации, дрон бесперебойно функционирует даже при нестабильных метеоусловиях и сплошной низкой облачности. Все это делает технологию оптимальной для исследования самых сложных и нестандартных объектов в предельно сжатые сроки.

На квадрокоптер устанавливается лазер, который проводит дискретное сканирование местности, а также всех расположенных на ней объектов. Лазерные импульсы отражаются как от поверхности земли, так и от находящихся над ней объектов. Воздушное лазерное сканирование с использованием квадрокоптеров, совмещенное с фото- или видеосъемкой позволяют получить цифровую модель местности, в результате чего определяются данные о продольной и поперечной ровности, а также дефектности дорожных покрытий в увязке между собой.

Использование квадрокоптеров для мониторинга ровности дорожных покрытий позволит существенно снизить затраты на выполнение работ по диагностике автомобильных дорог, повысив при этом их скорость и качество. Кроме того, при выполнении измерений вмешательство в транспортный поток будет минимальным, что не будет приводить к увеличению выбросов в атмосферу загрязняющих веществ во время производства работ.

Практически использование квадрокоптеров для мониторинга ровности дорожных покрытий может быть реализовано как на стадии строительства так и на стадии эксплуатации автомобильной дороги. На стадии строительства контролируются проектная ровность и границы отведенного участка под строительство автомобильной дороги. Полученные значения ровности заносятся в Паспорт дороги, имеющийся в обслуживающей ее дорожной организации. В последующем эти данные служат для сопоставительного сравнения с данными ровности дорожного покрытия полученными в период эксплуатации автомобильной дороги и, соответственно, для принятия решения о мероприятиях по поддержанию требуемой ровности.

Фармакогенетические аспекты антирезорбтивной терапии остеопороза

П.М. Морозик¹, В. Алекна², Э.В. Руденко³, М. Тамулайтене², Е.В. Кобец¹

¹ Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь;

² Вильнюсский университет, г. Вильнюс, Литва

³ Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск, Беларусь
e-mail: P.Marozik@igc.by

Treatment strategy of osteoporosis (OP) is mainly based on increase in bone mineral density (BMD) and reduction of fracture risk. Bisphosphonates (BPs) are the most commonly used first-line antiresorptive agents. However, up to 30–50 % of OP patients exhibit inadequate treatment response to BPs treatment, mainly due to resistance. Use of genetic markers to predict treatment response to BPs has huge potential. The aim of this study was to develop personalized approach for the assessment of the individual response to BPs treatment of OP based on screening of genetic markers before pharmacotherapy. By the analysis, we revealed four informative genetic markers of effectiveness of BP therapy. Our findings highlight the importance of identified genetic markers for pharmacogenetics of BPs therapy of osteoporosis as a new strategy for personalized antiresorptive therapy.

Остеопороз (ОП) относится к комплексным дегенеративным заболеваниям, требующим длительного фармакологического лечения. В связи с этим, особенно важно, чтобы медикаменты были эффективными. В клинике для антирезорбтивной терапии ОП наиболее широко используются бисфосфонаты (БФ) [1]. Длительное применение БФ может привести побочным эффектам. Кроме того, до 53 % пациентов с ОП плохо отвечают на лечение БФ [2]. Выявление генов, которые могут служить предикторами эффективности терапии БФ, имеет большое значение для выбора индивидуальной терапии ОП. Целью исследования являлся анализ ассоциации генов, участвующих в метаболизме БФ, с динамикой минеральной плотности костной ткани (МПК) после лечения.

В исследовании принял участие 201 пациент с постменопаузальным ОП, которым проводилась антирезорбтивная БФ терапия на протяжении не менее 12 месяцев. Забор биологического материала осуществлялся в Минском городском центре профилактики ОП и костно-мышечных заболеваний (Минск, Беларусь) и в Национальном центре остеопороза (Вильнюс, Литва). Все пациенты подписали письменное информированное согласие на участие в исследовании. МПК оценивали методом двуэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (аппарат GE Lunar, США). В качестве биологического материала использовали ДНК, выделенную из буккального эпителия. Генотипирование проводили с помощью количественной ПЦР. Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью критерия Манна-Уитни.

Сравнительный анализ групп с благоприятным (БФ+) и неблагоприятным (БФ-) ответом на лечение бисфосфонатами не выявил статистически значимой

разницы в возрасте, росте, весе и базовом уровне МПК. Результаты анализа уровня индивидуальной динамики МПК с вариантами генов позволили выявить статистически значимые ассоциации для четырех маркеров: SOST rs1234612, PTH rs7125774, FDPS rs2297480 и GGPS1 rs10925503.

Гетерозиготный генотип C/T варианта SOST rs1234612 предрасполагает к увеличению МПК в ответ на терапию БФ ($\beta = 2,3$; PFDR = 0,024). Ген SOST кодирует белок склеростин, ингибитор канонического пути передачи сигналов Wnt. Вариант rs1234612 расположен в сайте связывания фактора транскрипции, потенциально влияющего на уровень экспрессии склеростина, а также на формирование кости и уровень МПК. У носителей генотипа PTH rs7125774 C/C уровень МПК также существенно повысился по результатам БФ терапии ($\beta = 4,6$, P = 0,006). Этот вариант регулирует экспрессию PTH и влияет на лечение БФ.

Уровень МПК после лечения среди носителей генотипа FDPS rs2297480 G/G был существенно ниже по сравнению с носителями референсного генотипа T/T ($\beta = -8,2$, P = 0,0006). Для маркера GGPS1 rs10925503 использовали доминантную модель наследования, так как частота минорного аллеля была очень низкой. В результате у носителей генотипов C/T+T/T МПК после лечения была ниже по сравнению с референсным генотипом ($\beta = -3,3$; P = 0,007).

В ходе комплексного анализа вариантов генов с ответом на терапию БФ были выявлены аллельные комбинации, существенно повышающие или снижающие устойчивость/чувствительность к терапии (рисунок 1).

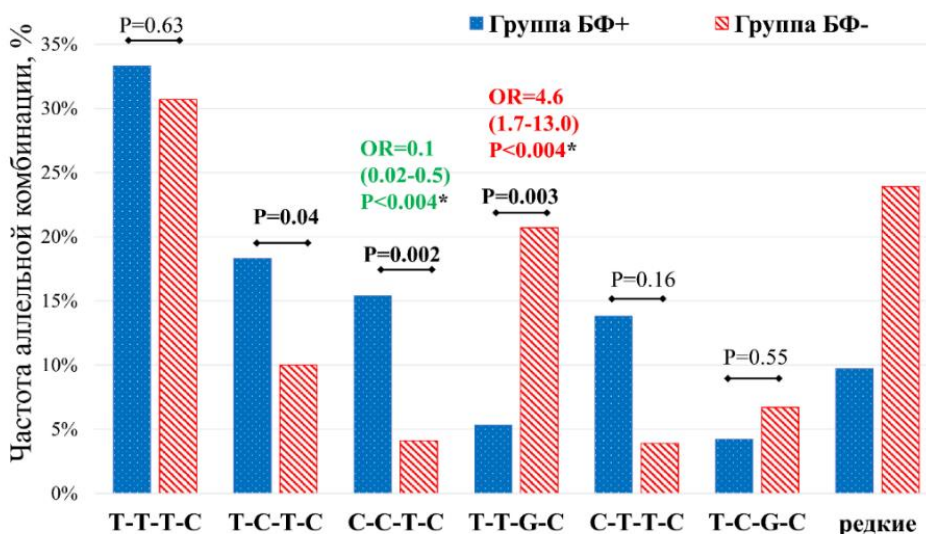


Рисунок 1 – Сравнение частот вероятных аллельных комбинаций, сгенерированных из вариантов генов SOST, PTH, FDPS и GGPS1, между исследуемыми группами

Таким образом, по результатам исследований было выявлено четыре информативных генетических маркера, значимо ассоциированных с эффективностью антирезорбтивной терапии. По результатам исследований нами разработаны и внедрены в медицинские учреждения методические рекомендации [3]. Результаты используются для прогнозирования вероятного ответа на лечение остеопороза; в случае выявления большого числа неблагоприятных вариантов выбирается альтернативный метод лечения.

Список использованных источников:

1. Reginster JY. Antifracture efficacy of currently available therapies for postmenopausal osteoporosis. *Drugs*. 2011;71:65-78.
2. Diez-Perez A, Adachi JD. Treatment failure in osteoporosis. *Osteoporosis international*. 2012;23:2769-2774.
3. Алекна В., Руденко Э., Тамулайтиене М., Морозик П., и др. Клиническое использование маркеров минеральной плотности костей и генетических маркеров для индивидуализации антирезорбтивной терапии остеопороза. Методические рекомендации. Вильнюс: Вильнюсский университет, 2018. – 42 с.

Повышение качества медицинского обслуживания как результат совместных проектов Беларуси и Балтии

М.В. Дудкина, ВФ. Карпович

Белорусский национальный технический университет
e-mail: masha375291641402@gmail.com

Discusses the results of the implementation of projects to improve the quality of medical services in the framework of cooperation between Belarus, Lithuania and Latvia.

Устойчивое экономическое и социальное развитие – это цель, преследуемая любым государством. Для ее достижения Литва, Латвия и Беларусь объединили свои усилия и на протяжении нескольких лет успешно реализовывают проекты большой социальной значимости. Такое трансграничное сотрудничество заложило в свою основу ряд важных мер, среди которых защита и устойчивое развитие природных ресурсов и ресурсов окружающей среды, совершенствование систем образования и здравоохранения, развитие социальной сферы, сохранение и продвижение культурного и исторического наследия и другие.

Одним из важнейших направлений развития в рамках сотрудничества Беларуси и Балтии является повышение качества медицинского обслуживания. Результатом совместной работы является успешная реализация ряда проектов. Например, в рамках программы 2007–2013 гг. были созданы условия для доступности внеграничного первичного медицинского обслуживания на территории Даугавпилсского края и Браславского района. Для реализации этого проекта были отремонтированы и адаптированы для нужд лиц с ограниченными возможностями 11 пунктов здравоохранения, была разработана трансграничная информационная сеть, содержащая полезную информацию об оказании первичной медицинской помощи в Латвии и Беларуси, о нахождении медицинских пунктов и контактах.

Кроме того, успешно осуществлен проект по повышению качества медицинского обслуживания посредством использования информационных технологий для диагностики рака кожи и рака легкого. В результате была разработана трансграничная информационная система для автоматической диагностики случаев возникновения рака кожи и легких, приобретено современное диагностическое оборудование для определения рака, а также компьютерное оборудование и программное обеспечение [1].

Вышеуказанные проекты – малая часть того, что совместными усилиями реализовали Беларусь, Литва и Латвия в области медицины в рамках программы 2007–2013 гг. Программа 2014–2020 гг. оказалась еще более насыщенной с точки зрения проектов по улучшению качества медицинских услуг. Инновационная психологическая реабилитация для уязвимых групп, улучшение доступности неотложной медицинской помощи, улучшение доступа к генетически подобранному донорству костного мозга, оптимизация и расширение диагностики рака предстательной железы – лишь часть задач рассматриваемой области программы трансграничного сотрудничества.

Достижение поставленных целей напрямую связано с использованием современных информационных технологий, и, зачастую, инновационными разработками. Например, в процессе осуществления проекта по улучшению качества реабилитационных услуг для детей с тяжелыми неврологическими заболеваниями планируется разработка комплексных реабилитационных услуг, использование современных технологий и методов реабилитации, интеграция инфраструктур и ноу-хау, связанных с неврологической реабилитацией детей, в РБА, СБ и ГРЦ [2].

Программа трансграничного сотрудничества Латвия-Литва-Беларусь в рамках Европейского соседства на 2014–2020 гг. продолжает успешное партнерство латвийских, литовских и белорусских организаций. Неотъемлемая часть программы – проекты по улучшению медицинских услуг. Ключевое значение в ходе их реализации имеет использование современных технологий и инновационных продуктов. Результаты осуществленных проектов позволяют убедиться в том, что цели и задачи программы трансграничного сотрудничества успешно выполняются: значительно повышается качество медицинских услуг, укрепляются межгосударственные отношения, повышается потенциал и обмен опытом между людьми и организациями из Латвии, Литвы и Беларуси. Всё это стало возможным благодаря реализации совместных проектов, направленных на повышение общего качества жизни в приграничных регионах.

Тема медицинского обслуживания будет оставаться актуальной всегда. Поэтому можно с уверенностью сказать, что реализация таких проектов в последующих программах будет иметь неизменно большую социальную значимость.

Сотрудничество Беларуси и Балтии – катализатор улучшения качества жизни. Сотрудничество – катализатор инновационного роста.

Список использованных источников:

1. Программа трансграничного сотрудничества Литва-Латвия-Беларусь на 2007–2013 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.enpi-cbc.eu/go.php/rus/1S_139_proekt_LLБ_2_242/934 – Дата доступа: 20.12.2020.

2. Программа трансграничного сотрудничества Литва-Латвия-Беларусь на 2014–2020 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eni-cbc.eu/llb/ru/proekty/ulutchsenie-katchestva-reabilitacionnych-uslug-dlja-detei-s-tjazelymi-nevrologitcheskimi-zabolevanijami-v-transgranitchnom-regione/4267> – Дата доступа: 20.12.2020.

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Вопросы внедрения информационно-коммуникационных технологий в лесное хозяйство Республики Беларусь

Г.Д. Веренич, С.В. Марцева, Е.С. Гуторова

Белорусский национальный технический университет

e-mail: wgd2601@rambler.ru, msv-1983@tut.by, kategutorowa@gmail.com

This article discusses the implementation of information and communication technologies in the forestry of the Republic of Belarus.

Одной из традиционно развитых отраслей белорусской экономики является лесное хозяйство. Доля страны в мировом лесопромышленном рынке составляет около 4 %.

Лесное хозяйство Республики Беларусь – это развивающаяся отрасль национальной экономики, которая не только обеспечивает потребности народного хозяйства и населения в древесных и других продуктах леса, но и выполняет важные экологические и социальные функции.

Современное лесное хозяйство характеризуется многоцелевой направленностью, существенным возрастанием роли экологических факторов и социальной роли лесов. Леса играют ключевую роль в мировой экономике, поэтому вопрос внимательного отношения и эффективного ведения лесного хозяйства особенно актуален для Республики Беларусь.

В последние годы концепция биоэкономики имеет значительное политическое и экономическое влияние во всем мире. Биоэкономика означает переход от экономики, основанной на ископаемом топливе и минеральных ресурсах, к экономике, основанной на возобновляемых ресурсах. Как один из самых важных возобновляемых ресурсов в мире, древесина играет центральную роль в этом процессе. Среди всех видов ресурсов лесные ресурсы имеют важнейшее значение. Несмотря на лесное богатство, данный ресурс используется не всегда рационально и эффективно.

Поэтому существует необходимость ведения государственного реестра лесных участков, кадастрового учета лесного фонда.

Существует также проблема незаконной вырубке лесов и нелегального оборота деловой древесины.

Для решения вышеуказанных проблем недостаточно использовать традиционные методы государственного регулирования, необходимо внедрять современные методы управления лесным комплексом, включая цифровые, информационно-коммуникационные технологии.

Цифровые, информационно-коммуникационные технологии – это совокупность методов и средств, используемых для сбора, хранения, обработки и распространения информации. Современное состояние информатизации лесного хозяйства позволяет надеяться на быстрое и повсеместное внедрение геоинформационных программ на производственные объекты [1].

Информационные технологии позволят увеличивать эффективность природоохранных и хозяйственных функций лесного хозяйства в несколько раз благодаря возможности быстро и без ошибок обрабатывать большие массивы информации, получать аналитическую статистику по лесному фонду, обрабатывать и проектировать лесохозяйственные мероприятия на больших территориях в кратчайшие сроки. В развитии информационных технологий в лесном хозяйстве заинтересованы все участники лесной сферы, от конечного пользователя лесными ресурсами до госорганов управления лесным фондом [1].

Процесс внедрения информационно-коммуникационных технологий в лесное хозяйство затрагивает все его сферы. Основное назначение информационной системы управления лесами и лесными ресурсами это устойчивое управление лесами, учет, рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов, мониторинг лесов и контроль их состояния. Одной из проблем внедрения информационно-коммуникационных технологий в лесное хозяйство РБ является недостаточная актуальность, достоверность и точность учета лесных ресурсов.

Тем не менее, в Республике Беларусь планируется внедрение в 2021 году единой государственной автоматизированной информационной системы учета древесины.

Внедрение информационно-коммуникационных технологий в практику управления лесными ресурсами позволит сделать информацию более актуальной, т.е. соответствующей определенному моменту времени, полной, достоверной, наглядной.

Цель создания государственной автоматизированной информационной системы учета древесины позволит повысить актуальность информации о качественных и количественных характеристиках лесов, в первую очередь, запасах древесины для принятия управленческих решений, аккумулировать доступную информацию и сформировать базу для автоматизированной генерации первичной документации, необходимой для лесного планирования, оценки стоимости участков, создания лесной инфраструктуры. Данная программа позволит повысить точность и оперативность предоставления информации, позволит организовывать и поддерживать режимы рационального использования всех видов ресурсов, вовлекаемых в лесохозяйственное производство. Программное обеспечение единой государственной автоматизированной информационной системы предусматривает учет лесопroduкции на каждой стадии движения – от лесосеки до потребителя с учетом возможных мест хранения лесоматериалов и типа применяемого транспорта.

Использование единого банка данных позволит в режиме реального времени контролировать объем заготовки древесины в разрезе каждой лесосеки, цель поставок лесоматериалов и возможность отследить происхождение древесины.

Список использованных источников:

1. Чермных А.И., Годовалов Г.А. Информационные технологии в лесном хозяйстве // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 10.

Перспективы развития цифровых технологий в промышленности и социальной сфере Республики Беларусь

А.Г. Гривачевский, В.А. Карабанович, М.Я. Ковалев

Государственное Научное Учреждение «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»
e-mail: griva@newman.bas-net.by

Perspectives of the development of digital information technologies in industry and social sphere of the Republic of Belarus in the years 2021–2025 are considered. The corresponding studies are planned to be undertaken within a sub-program "Digital technologies in industry, social sphere and state management" of the new Belarusian state scientific-technical program "Digital technologies and robotized complexes" (2021–2025).

Важным инструментом государственной поддержки развития цифровых технологий в промышленности и социальной сфере Республики Беларусь являются государственные научно-технические программы. Дальнейшее развитие информационных технологий на период до 2025 г. в РБ планируется реализовать в рамках подпрограммы «Цифровые технологии в индустрии, социальной сфере и государственном управлении» (далее подпрограмма) новой государственной научно-технической программы «Цифровые технологии и роботизированные комплексы», 2021–2025 годы.

Подпрограмма соответствует следующим приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы (Указ Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156):

1. Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства:

– развитие информационного общества, электронного государства и цифровой экономики;

– математика и моделирование сложных функциональных систем (технологических, биологических, социальных);

– технологии больших данных;

– искусственный интеллект и робототехника.

2. Биологические, химические, медицинские и фармацевтические технологии и производства:

– диагностика, медицинская профилактика и лечение инфекционных, включая вирусной этиологии, и неинфекционных заболеваний, экспертиза качества медицинской помощи;

– управление здоровьем и средой обитания человека, его здоровое и безопасное питание, активное долголетие.

Цифровизация экономической деятельности предприятий и организаций ориентирована прежде всего на улучшение эффективности работы в целом и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции или услуг. Внедрение цифровых

технологий направлено на существенное улучшение работы экономических субъектов, повышение качества медицинского и социального обслуживания населения, оптимизацию государственной деятельности.

Структура подпрограммы «Цифровые технологии в индустрии, социальной сфере и государственном управлении» отражает два основных крупных направления использования цифровых технологий: реальный сектор экономики и социальную сферу, включая здравоохранение и государственное управление.

Задания, относящиеся к первому разделу подпрограммы, направлены на внедрение цифровых технологий на предприятиях, в объединениях и холдингах реального сектора экономики и будут способствовать скорейшему выпуску инновационной продукции и повышению производительности труда. Этот раздел подпрограммы направлен на:

- решение задач информационного, методического и программного обеспечения деятельности крупных предприятий, объединений и холдингов;
- внедрение цифровых информационных технологий и систем поддержки принятия решений при управлении процессами и ресурсами организаций, направленное на повышение производительности труда, обеспечение конкурентоспособности новой продукции и услуг, сокращение импорта, увеличение экспорта;
- интеграцию существующих прикладных систем, автоматизирующих различные сферы деятельности предприятия и его партнеров в едином информационном пространстве.

Задания, относящиеся ко второму разделу подпрограммы, будут способствовать развитию системы цифровых электронных услуг, включая государственные услуги, применению телемедицины, более точной диагностике заболеваний, принятию своевременного решения о необходимости корректировки методов лечения, использовании цифровых технологий в области культуры, спорта, туризма и оздоровления населения. Этот раздел подпрограммы связан с:

- разработкой и внедрением наукоемких цифровых информационных технологий для оказания электронных услуг в социальной сфере;
- интеллектуальным анализом и распознаванием медико-биологических данных и изображений медицинского профиля, разработки на их основе информационных систем медицинского назначения;
- разработкой и внедрением наукоемких информационных систем и систем поддержки принятия решений для диагностики и профилактики заболеваний, их постоянного использования в медицинской практике, что, в конечном счете ведет к экономии средств и рациональному расходованию выделенных ресурсов.

Выполнение подпрограммы будет способствовать цифровой трансформации экономики, ускорит необходимые инфраструктурные перемены у субъектов хозяйствования, а также усилит использование организациями и предприятиями современных информационных систем, что является одним из важных условий их эффективного функционирования в современных условиях. Распространение и внедрение новых цифровых технологий с их преимуществами реализации в достаточно широких масштабах окажет существенное воздействие на экономический рост при безусловном повышении производительности труда.

**Система подсчёта пассажиропотока с использованием
компьютерного зрения**

Н. С. Монтик

Брестский государственный технический университет

e-mail: nikolay.montik@gmail.com

The system is focused on the implementation in the real transport system. Passenger counting system will determine the points of attraction of passenger traffic and its density. It is possible to optimize the operation of the urban transportation system in real time using received data, which will lead to significant fuel savings, reduction of harmful emissions and overall improvement in the quality of public service and convenience of using public transport. The introduction of the system will increase the carriers' profit, optimize the city route network, reduce the consumption of energy resources, improve the safety of transportation and quality of passenger service. Thus, the system has a high potential and can be effectively applied to solve transport management problems.

Одной из важнейших проблем пассажирских перевозок на сегодняшний день является низкий уровень их организации. Это связано с неупорядоченным планированием маршрутов движения пассажирских автотранспортных средств. [1]. В связи с повышением уровня автомобилизации и увеличением подвижности населения на фоне недостаточных темпов развития дорожной сети остро стоит проблема оптимизации пассажирских перевозок, направленная на динамическую адаптацию их к постоянно меняющимся условиям. Особое внимание в этом вопросе следует уделить прогнозированию пассажиропотока по часам суток и дням недели, а также прогнозированию дорожных условий [2].

Задачей, на решение которой направлена данная работа, является учёт числа перевезенных пассажиров для дальнейшего использования этих статистических данных при решении задач оптимизации маршрутов и уменьшении нагрузки и расходов на общественный транспорт [3].

Для сбора исходных данных о числе входящих и выходящих на остановках пассажиров применяются современные технологии автоматического подсчета на основе использования видеокамер, которые устанавливаются в салонах пассажирских транспортных средств общественного транспорта. Это обусловлено низкой стоимостью видеокамеры относительно других рассмотренных устройств, отсутствием ограничения передвижения пассажиров, а также возможностью обучать и тестировать систему на простом видеоряде: нет необходимости в стереоизображении или других его вариантах, достаточно записи с обычной камеры [4].

Для решения поставленной задачи предлагается использование технологии компьютерного зрения и анализа данных для текущего подсчета числа пассажиров в транспортном средстве и по результатам распознавания отличительных признаков пассажиров определения маршрутов следования пассажиров. В част-

ности, в салоне транспортного средства устанавливаются камеры видеонаблюдения, которые полностью обзорают входы и выходы транспортного средства. Подсчет вышедших и вошедших пассажиров производится с помощью специально разработанных алгоритмов, выполняемых на бортовом анализаторе. Модуль глобального позиционирования, реализованный на основе технологий GPS и/или ГЛОНАСС, позволяет определять координаты транспортного средства. Временная метка и координаты транспортного средства являются неотъемлемой частью видеоданных. Анализатор производит подсчет пассажиров, вошедших через дверь и, по закрытию дверей, передачу данных на удаленный сервер [5].

Полученные кадры проходят ряд преобразований. Например, имеется возможность изменить размер поступающих кадров для скорейшей обработки. Затем для детектирования объектов кадр подается на нейронную сеть. Если нейронная сеть с достаточной степенью достоверности посчитала, что данный объект – человек, то при пересечении его через прямую, отделяющую салон автобуса от улицы, будет увеличиваться значение счётчика количества входящих или выходящих пассажиров в зависимости от направления движения пассажира [6].

Список использованных источников:

1. Пролиско Е.Е., Шуть В.Н. Математическая модель работы «ИНФОБУСОВ» // Матеріали VII-ої Українсько-польської науково-практичної конференції «Електроніка та інформаційні технології (ЕЛІТ-2015)», 27–30 серпня 2015 р., Львів-Чинадієво, 2015. С. 59–62.

2. Шуть, В.Н. Алгоритм организации городских пассажирских перевозок посредством рельсового беспилотного транспорта "Инфобус" / В.Н. Шуть, Е.В. Швецова // ACTUAL PROBLEMS OF FUNDAMENTAL SCIENCE: third international conference. – Луцк: Вежа-Друк, 2019 – С. 222–226.

3. Shuts, V. Cassette robotized urban transport system of mass conveying passenger based on the unmanned electric cars / V. Shuts, A. Shviatsova // Science. Innovation. Production. Proceedings of the 6th Belarus-Korea Science and Technology Forum. – MINSK: BNTU, 2019. – С. 81–83.

4. Shuts, V. System of urban unmanned passenger vehicle transport / V. Shuts, A. Shviatsova // ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference. – Ternopol: TNTU, 2019 – С. 172–184.

5. Средства подсчета пассажиропотока в автобусах при городских перевозках пассажиров / С. А. Аземша, А. Н. Жогал, Н. С. Монтик, В. Н. Шуть // Вестник БрГТУ. – 2019. – № 5 (118): Физика, математика, информатика. – С. 63–66.

6. Модульная структура системы подсчёта пассажиропотока/ Н. С. Монтик, В. Н. Шуть // RELAXED, NONLINEAR AND ACOUSTIC OPTICAL PROCESSES AND MATERIALS. – 2020. – № 10 (118) – С. 148–150.

Искусственный интеллект: объект либо субъект правовых отношений

М.П. Гринчук

ЧУО «БИП-Институт правоведения»

e-mail: margaritagrinchukmail@gmail.com

Currently, science and technology have come close to the active implementation of artificial intelligence systems in various spheres of society. With the development of science and technology, artificial intelligence will gradually receive opportunities to perform independent, including legally significant, actions. Today, there is no doubt that artificial intelligence systems are objects of civil law relations. Artificial intelligence is also included in those areas where its activity can directly affect the lives and health of people, such as medicine and transport. The article deals with the problem of liability for harm that may be caused by a device with artificial intelligence. The article also considers the possibility of assigning the status of a subject of law to robots with artificial intelligence.

На современном этапе искусственный интеллект становится предметом изучения не только кибернетиков, биологов, психологов, лингвистов, математиков, инженеров, но и юристов. С развитием науки и техники в данной сфере искусственный интеллект постепенно получит возможность совершать самостоятельные, в том числе юридически значимые, действия.

На сегодняшний день с точки зрения гражданского права система, оснащенная искусственным интеллектом, — это вещь. При этом законодательство не содержит каких-либо особенностей правового режима этих вещей и не ограничивает их оборот. Однако у этого объекта есть ряд особенностей, связанных с возможностью его автономного функционирования. Поэтому деятельность, связанная с использованием искусственного интеллекта, нуждается в специальном правовом регулировании. Особенно очевидно это на примерах использования искусственного интеллекта в медицине, на транспорте и в других сферах, где ценой выхода искусственного интеллекта из-под контроля может быть не только имущественный вред, но даже здоровье и жизнь человека [1, с. 80].

Кто заинтересован в попытках законодательного присвоения роботам с искусственным интеллектом статуса субъекта права? Это не только и не столько энтузиасты новых технологий. Реально в таких законодательных нововведениях заинтересованы компании, производящие системы искусственного интеллекта. В рамках действующего законодательства они вполне могут быть привлечены к ответственности за недостатки в своей продукции, оснащенной искусственным интеллектом. Признание же роботов «личностью» позволит им избежать такой ответственности.

Чтобы считать искусственный интеллект субъектом — у него должно появиться элементарная форма сознания — понимания, что он делает и почему именно по отношению к себе, а не запрограммированному результату [2].

К настоящему моменту ни одна система искусственного интеллекта не является полностью автономной и не может обойтись без того или иного участия человека в ее работе. Современный уровень науки и техники не позволяет создать робота, который смог бы мыслить подобно человеку. Но попытки «очеловечить» робота не только на уровне технического воплощения в человекообразной форме, но и юридически, уже есть. В 2017 г. в прессе появилась информация, что человекообразный робот София, произведенный гонконгской компанией «Hanson Robotics», получил гражданство Саудовской Аравии [1, с. 84].

Искусственный интеллект уже меняет нашу жизнь. Станет ли он благом или проблемой – во многом зависит от людей. Во всяком случае, определенные социальные последствия его внедрение уже порождает. В сентябре 2016 г. Герман Греф сказал, что Сбербанк через пять лет сможет принимать 80 % всех решений с помощью искусственного интеллекта. При этом Г. Греф заметил: «Это означает, что в нашем случае десятки тысяч людей потеряют свою сегодняшнюю работу» [3].

Таким образом, если наука и техника сумеют приблизиться к созданию реально мыслящего искусственного интеллекта, аналогичного человеческому разуму, то, возможно, понадобятся временные ограничения на разработку таких систем, аналогично тому, как это сейчас сделано в отношении клонирования человека, до тех пор, пока общество не будет готово разумно взаимодействовать с искусственным интеллектом. А для этого нужно, в том числе и преобразование правовых подходов к проблеме искусственного интеллекта.

Список использованных источников:

1. Соменков, С. А. Искусственный интеллект: от объекта к субъекту? / С.А. Соменков // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина. – 2019. – № 2 (54). – С.75-85 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyu-intellekt-ot-obekta-k-subektu>. – Дата доступа: 18.12.2020.
2. Искусственный интеллект – это разумный объект или субъект? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://thequestion.ru/questions/328218/iskusstvennyi_intellekt_eto_razumnyi_ili_f87e92ba. – Дата доступа: 18.12.2020.
3. Сбербанк сможет принимать 80 % решений искусственным интеллектом // РИА Новости. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/economy/20160908/1476449735.html>. – Дата доступа: 18.12.2020.

И.И. Ганчерёнок¹, Н.Н. Горбачёв²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск,

²Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск
e-mail: nick-iso@tut.by

For the first time to our knowledge we underline necessity of creative application of IT – potential in transformation of adults learnability.

Цифровизация экономики, кардинально трансформирующая рынок труда, а также опыт дистанционной работы во время пандемии показали наличие комплекса образовательных проблем, связанных с возрастанием в демографической структуре населения и, соответственно, в структуре трудовых ресурсов доли людей старшего поколения. Это ведёт к тому, что ряд тенденций устойчивого развития общества начали значительно зависеть от соответствующих показателей социальных групп. Например, в рамках реализации концепции «Образование через всю жизнь» возникают «возрастные» особенности восприятия информационных ресурсов при повышении квалификации, переподготовке взрослых. В этой связи представляется целесообразным промоделировать влияние изменения возрастной структуры населения на профессиональное образование взрослых, выявить соответствующие тенденции и проблемы трансформации образовательных технологий для людей старшего поколения и выработать практические рекомендации по использованию информационных технологий для поддержки необходимого уровня обучаемости и желания обучать.

Отметим, что заметное и хорошо известное падение по мере старения скорости, точности и координации действий, отмечаемое автором [1] и рядом других исследователей, возможно при сохранении качества интеллектуальной деятельности, то есть без снижения ее уровня (при этом хрестоматийное возрастное снижение скорости решения ряда невербальных задач может и не происходить). Наиболее чувствительной к возрасту чаще всего оказывается исполнительская сторона интеллекта, но ее не следует отождествлять с невербальным (практическим) интеллектом. С другой стороны, вывод советского академика Б.Г. Ананьева об отсутствии психологического объяснения творческих достижений в фазах взросления, в которых уже происходит снижение уровня функциональной работоспособности и далеко позади остались пики интеллектуальных функций, остается актуальным.

Официальные статистические данные по структуре населения и возрастного распределения людей пожилого возраста (рисунок 1) показывают, что тенденции изменений в составе населения и, соответственно, в контингенте профессионального образования взрослых характеризуют рост доли возрастных обучаемых (слушателей), что приводит к необходимости учета особенностей их подготовки и надлежащей ориентации образовательных технологий. Более того, на наш взгляд, учитывать динамику возрастной обучаемости, ориентируясь на её пики в соответствующих возрастных категориях и возможности, предоставляемые ИТ.

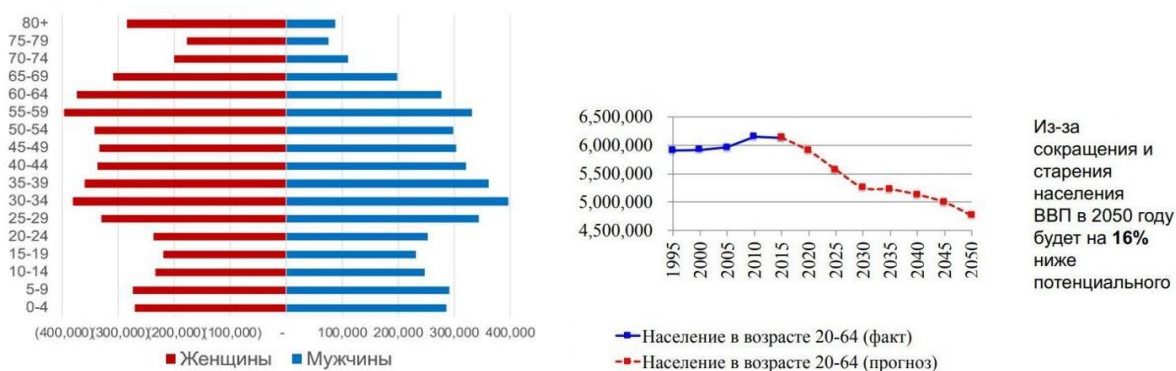


Рисунок 1 – Статистика распределения людей пожилого возраста в Республике Беларусь

Вызовы цифровизации связаны ещё и с тем, что чем старше человек, тем сложнее он принимает помощь в обучении от более молодого поколения. Причём степень обнаружения своих ошибок, оплошностей и затруднений в данном случае с возрастом снижается при возрастающей самооценке своего когнитивного потенциала (рисунок 2).



Рисунок 2 – Возрастная динамика самооценки знаний (<https://fingram26.ru/novosti/46586/>)

Современная концепция непрерывного образования определяется как динамикой профессиональных требований и состава профессий, так и повышением трудоспособного возраста. Замедление демографического оборота и увеличения продолжительности жизни людей актуализируют существенную потребность в модернизации технологий образования [2] для обеспечения инновационного потенциала современного национального государства.

Список использованных источников:

1. Ананьев, Б.Г. О проблемах современного человекознания / Б.Г. Ананьев, АН СССР, Ин-т психологии. – М.: Наука, 1977. – 379 с.
2. Ганчерёнок, И.И. Нелинейное управление. Ситуационный анализ / И.И. Ганчерёнок, Н.Н. Горбачёв, Palmarium Academic Publishing, 2019. – 381 с.

Применение информационно-коммуникационных технологий обучения студентов. Опыт Белорусского национального технического университета

Д. С. Завацкая, О. В. Козленкова

Белорусский национальный технический университет

e-mail: zavatskaya.dianka@gmail.com

The article summarizes the experience of using information and communication technologies in the learning process at the Belarusian National Technical University, identifies the advantages and disadvantages of the Microsoft Teams software package.

В современных условиях, когда в стране и мире почти год распространяется коронавирусная инфекция COVID-19, функционирование всех сфер жизни сильно изменилось. Так, в соответствии с рекомендациями Министерства образования и Министерства здравоохранения Республики Беларусь, учебным заведениям страны рекомендовано при необходимости организовать образовательный процесс обучающихся с использованием информационно-коммуникационных технологий [1]. В связи с этим необходимо было определяться с формами дистанционного обучения, которые образовательные организации определяли для себя сами.

Обобщив определения понятия «дистанционное обучение», будем пользоваться следующим. Дистанционное обучение – это взаимодействие обучающегося и обучающего между собой на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) и реализуемое специфичными средствами интернет-технологий, информационно-коммуникационных технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность [1].

После введения обучения с использованием ИКТ в вузы, школы и другие образовательные организации Республики Беларусь стало возможным определить средства, с помощью которых оно реализовывалось. К данным средствам относятся: программы для видеоконференцсвязи Zoom, Skype, и т. п.; платформы для обучения Moodle, Edmodo, Google Classroom, Microsoft Teams; также в некоторых формах обучения применялись и мессенджеры Whatsapp, Viber, Telegram и т. п., а также e-mail.

В Белорусском национальном техническом университете в качестве платформы для проведения занятий дистанционно был выбран программный продукт Microsoft Teams (возможность выбора технологий для обучения присутствовала, но в основном это Microsoft Teams). Microsoft Teams был выбран по нескольким причинам: это колоссальный агрегатор, в котором реализуется огромное количество функций: видео-звонки с шерингом экрана, запись звонков, чаты, файлы, задания и интеграция с различными модулями, системами и сервисами, где максимальное количество участников на одной встрече с аудио и видео – 250 человек. Основное преимущество программного продукта – видео-встречи, которые

формируются в команды, а команды, в свою очередь, формируются в каналы. Преподаватель создает команду для одной дисциплины, куда добавляет поток студентов и проводит в ней лекции. В рамках этой команды можно создать канал и добавить туда студентов только одной группы – для практических и лабораторных занятий. Таким образом, есть общий чат для потока и несколько чатов для каждой группы [3]. Следующее преимущество продукта – видимость присутствующих на видео-звонке, то есть возможность отслеживания посещаемости как при аудиторных занятиях (студенты, преподаватели входят в систему под своими персональными корпоративными аккаунтами).

У данного программного продукта за время пользования выявлены также и следующие недостатки: в работе платформы наблюдаются ошибки (слишком долгая загрузка, сбои в подключении при одновременном подключении n-го количества пользователей и др.), не самый простой функционал (на платформе реализовано большое количество функций, за счет этого увеличивается время на изучение пользования платформой) и др.

Использование программного продукта Microsoft Teams стало неплохим вариантом решения задачи: перейти на онлайн-обучение быстро и аккумулировать работу в одном месте.

Таким образом, в условиях, когда невозможно осуществлять образовательный процесс в традиционной форме и традиционными средствами, существуют альтернативные формы, методы и средства обучения, однако они не могут заменить традиционные, а также требуют уточнения и доработки, но в случаях форс-мажорных обстоятельств могут прийти на помощь.

Список использованных источников:

1. Методические рекомендации по организации образовательного процесса в учреждениях образования в условиях распространения инфекции COVID-19 // Официальный сайт Министерства здравоохранения Республики Беларусь – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/letter/metod-rekomend.pdf>. Дата доступа: 18.12.2020.

2. Воронкин Алексей Сергеевич Анализ перспектив развития информационно-коммуникационных технологий обучения студентов высших учебных заведений // ОТО. 2016. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-perspektiv-razvitiya-informatsionno-kommunikatsionnyh-tehnologiy-obucheniya-studentov-vysshih-uchebnyh-zavedeniy> (дата обращения: 17.12.2020).

3. Студенты БНТУ осваивают Microsoft Teams // Новостной портал БНТУ. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://times.bntu.by/s/6924>. Дата доступа: 18.12.2020.

Перспективная технология синтеза регулятора для бортовой системы стабилизации зенитной управляемой ракеты

А.В.Лопухов, В.Р.Драгун

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

e-mail: lopuhov.2017@mail.ru

The method is based on introducing in the state space of the considered system of the best invariant manifolds, the so-called attractors, which form the necessary properties of the control object and implement specific technological tasks, providing the required dynamic characteristics and stability of movement of the anti-aircraft guided missile.

Центральной проблемой теории управления и основанных на ней прикладных методов является проблема нелинейного синтеза. Проблема состоит в – аналитическом конструировании объективных законов управления сложными динамическими системами, например, такими как зенитная управляемая ракета. Данные законы обеспечивают устойчивость в целом, а также инвариантность к внешним и внутренним возмущениям. Решение такой проблемы невозможно с использованием классической теории, так же как и для большинства методов современной теории управления, а если и возможно, то с потерей части динамических свойств объекта управления.

Все более жесткие требования предъявляются к летательным аппаратам, поэтому необходимо выделить основную задачу аналитического синтеза автопилотов. Однако сложность математического описания приводит к затруднениям (нелинейность, многомерность, многосвязность), с которыми методы силового воздействия на объект управления не способны справиться в должной (необходимой) мере.

Поэтому возникает необходимость привлечения принципиально нового подхода, способного решать такие трудности. Наиболее эффективным в этом плане является метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов, который является в свою очередь методологическим ядром синергетической теории управления.

Новизна данного подхода, заключается в переходе от непредсказуемого поведения системы к направленному движению вдоль желаемых инвариантных многообразий, к которым в дальнейшем подстраиваются все остальные переменные динамической системы. Цель такого подхода основывается на перевод соответствующей системы в определенное конечное состояние независимо от прежнего состояния объекта управления.

На практике для синтеза автопилота, используются линеаризованные математические модели подвижных объектов, представленных в виде вход-выходных соотношений. Очевидно, что при этом часть динамических свойств объекта управления, неизбежно терялось, что в свою приведет к тому, что регулятор не сможет обеспечить желаемого функционирования системы управления зенитной управляемой ракеты.

Применение идей синергетической теории управления, а в частности метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов, будет способен

обеспечить реализацию требуемых режимов движения и учитывать естественные нелинейные свойства ее математической модели, как показано на рисунке 1.

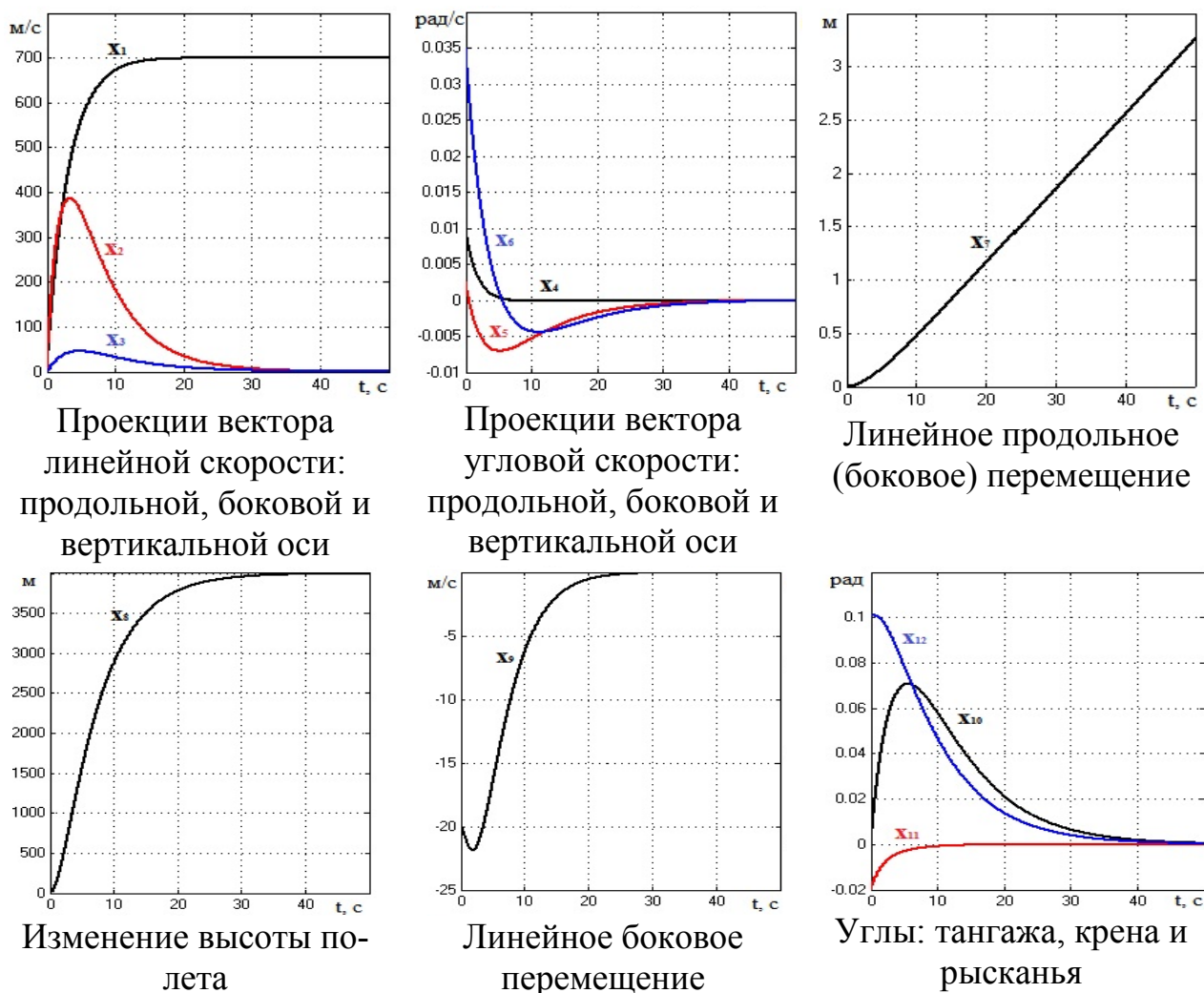


Рисунок 1 – Переходные процессы управления зенитной управляемой ракеты

В этом подходе используется координированное управление по всем переменным с целью перевода объекта в желаемое состояние. При этом связь между каналами управления осуществляется не косвенно, через объект управления, а непосредственно формируется в регуляторе. Тем самым в максимальной степени учитываются динамические свойства объекта управления.

Т. М. Сукасян

Брестский государственный технический университет

e-mail: btanya1987@mail.ru

The proposed method of organizing transportation allows to optimize the transportation of passengers by public transport, to increase the occupancy of the vehicle on the route. It will also significantly reduce the time spent by the passenger on the way. This will lead to an increase in the quality of public transport services to the population, to a decrease in energy consumption and, as a consequence, to an increase in the profit of carriers.

На сегодняшний день одной из важнейших проблем организации пассажирских перевозок является её низкий уровень. Зачастую, транспортные средства курсируют по маршруту полупустыми, а в «часы пик» – переполненными. Поэтому нужно уделить особое внимание оптимизации плана перевозок пассажиров. Алгоритм составления плана перевозки для интеллектуальной транспортной системы, основанной на беспилотных электрокарах (инфобусах) был подробно описан в работах [1–4].

Для организации оптимальной развозки используется матрица корреспонденций поездок пассажиров M_z , $Z=1,2,\dots$ [5–7]. В ней каждый элемент m_{ij} это число пассажиров, следующих с остановки i на остановку j , $i, j = \overline{1, k}$, k - количество остановок одного направления маршрута. План составляется для i -ой строки матрицы M_z , $Z=1,2,\dots$, каждый элемент которой должен быть меньше объема инфобуса V : $m_{ij} < V$, $i = \overline{1, k-1}$, $j = \overline{1, k}$.

Рассмотрим i -ю строку матрицы M_z : $(0 \dots 0 \ m_{i,i+1} \ m_{i,i+2} \ \dots \ m_{i,k})$. Число ненулевых элементов i -й строки равно $k-i$. Переобозначим элементы i -й строки следующим образом: элемент $m_{i,i+1}$ обозначим через m_1 , элемент $m_{i,i+2}$ обозначим через m_2 и так далее до элемента $m_{i,k}$, который обозначим через m_r , здесь $r=k-i$. Тогда задачу по перевозке пассажиров с i -й остановки минимальным количеством инфобусов можно сформулировать так: требуется разбить множество $\{m_1, m_2, \dots, m_r\}$ на подмножества таким образом, чтобы в каждом из подмножеств было не более двух элементов и, при этом, сумма этих элементов была немного меньше, либо равна V .

Данную задачу можно записать в виде системы из двух неравенств:

$$\begin{cases} m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_rx_r \leq V \\ x_1 + x_2 + \dots + x_r \leq 2 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Причем } V - m_1x_1 - m_2x_2 - \dots - m_rx_r \rightarrow \min \quad (2)$$

В (1) переменные x_1, x_2, \dots, x_r принимают два значения: 0 или 1. Если x_p принимает значение 1, то пассажиры, следующие на остановку $i+p$ садятся в инфобус, если же $x_p=0$, то пассажиры ожидают следующий инфобус.

Из множества возможных решений данной системы, посредством алгоритма, отбираются те, что удовлетворяют условию (2). Если, после работы алгоритма остаются элементы, не попавшие ни в одно из подмножеств, то пассажиры, следующие на соответствующие этим элементам остановки, остаются ждать накопления достаточного для перевозки количества.

В ходе решения данной задачи мы получаем план развозки пассажиров минимальным количеством транспортных средств, причем, все инфобусы будут максимально заполнены, а каждый пассажир доберется до пункта назначения с максимальной скоростью и не более чем с одной остановкой в пути.

Список использованных источников:

1. Жогал, А.Н. Автоматический городской интеллектуальный пассажирский транспорт / А.Н. Жогал, В.Н. Шуть, Е.В. Швецова // Транспорт и инновации: вызовы будущего: материалы Международной научной конференции. – Минск: Национальная библиотека Беларуси, 2019. – С. 82.

2. Швецова, Е.В. Алгоритм составления плана перевозок на городских линиях в интеллектуальной системе управления беспилотными транспортными средствами / Е.В. Швецова, В.Н. Шуть // Вестник Херсонского национального технического университета. – Т. 2(69), Ч. 3. – Херсон: ХНТУ, 2019. – С. 222–230.

3. Швецова, Е.В. Алгоритм составления плана перевозок на городских линиях в интеллектуальной системе управления беспилотными транспортными средствами / Е.В. Швецова, В.Н. Шуть // Материалы XX международной конференции по математическому моделированию: сборник материалов конференции. – Херсон: ХНТУ, 2019. – С. 115.

4. Shuts, V. System of urban unmanned passenger vehicle transport / V. Shuts, A. Shviatsova // ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference. – Ternopol: TNTU, 2019 – С. 172–184.

5. Шуть, В.Н. Алгоритм организации городских пассажирских перевозок посредством рельсового беспилотного транспорта "Инфобус" / В.Н. Шуть, Е.В. Швецова // ACTUAL PROBLEMS OF FUNDAMENTAL SCIENCE: third international conference. – Луцк: Вежа-Друк, 2019– С. 222–226.

6. Shuts, V. Cassette robotized urban transport system of mass conveying passenger based on the unmanned electric cars / V. Shuts, A. Shviatsova // Science. Innovation. Production. Proceedings of the 6th Belarus-Korea Science and Technology Forum. – MINSK: BNTU, 2019. – С. 81–83.

7. Shuts, V. Intelligent system of urban unmanned passenger vehicle transport / V. Shuts, A. Shviatsova // Abstracts of the 16th European Automotive Congress (EAEC 2019) hosted jointly the Academic Automotive Association (Belarus), the European Automobile Engineers Cooperation (EAEC) and the Federation Internationale des Societes d'Ingenieurs des Techniques de l'Automobile (FISITA). – Минск: БНТУ, 2019. – С. 18.

Применение новых цифровых технологий в туристической сфере

Е.М. Елова

Белорусский национальный технический университет

e-mail: zheneva@list.ru

Today the degree of digitalization in all spheres of society is growing steadily including the field of tourism. The meaning of using digital technologies in tourism boils down to simplifying access to services, reducing the time spent searching for them by various parameters and minimizing costs, increasing sales, brand awareness and creating certain trends related to the activities of a company or organization.

Сегодня происходит глобальная смена потребительского поведения с переориентацией на онлайн. Так, в отчете об электронной коммерции ЕС за 2020 год подчеркивается, что покупатели в возрастной группе от 25 до 54 лет чаще всего покупали туры в Интернете (57 %). При этом анализ по европейским странам показал разный уровень развития онлайн-услуг: в Британии цифровизация туризма составляет более 90 %, в Румынии — менее 30 % [1].

Вместе с тем заметим, что интенсивное развитие цифровых технологий актуализирует круг проблем, связанных с социальным контролем, манипулированием предпочтениями потребителей. Также возможны риски, связанные с нарушением правил кибербезопасности потребителей.

Кроме того, с наступлением первой и второй волн пандемии «Ковид-19» туристической индустрии приходится быстро приспосабливаться к новой реальности. Так, под влиянием пандемии вырастет спрос на технологии создания «безопасной» среды. Организация процессов и пространств в отелях, транспортных хабах – аэропортах, железнодорожных и автовокзалах – будет полностью перестроена таким образом, чтобы, во-первых, избежать контактов человека с другим человеком и человека с поверхностью, а во-вторых, если контакт все-таки неизбежен, обеспечить максимальную санитарную безопасность.

Что касается выбора наиболее перспективных технологий, которые будут востребованы в ближайшие годы, то разные участники туристической отрасли сходятся в едином – это big data и аналитика, технологии для сокращения негативного влияния на окружающую среду, мобильные приложения и платформы. Среди наиболее востребованных и актуальных цифровых технологий можно выделить следующие:

1) большие данные, предиктивная аналитика и искусственный интеллект (далее – ИИ). Тренд на гибкость и персонализацию пользовательского опыта станет драйвером развития решений, позволяющих компаниям прогнозировать спрос на отдельные направления и предлагать клиентам поездки, максимально отвечающие их предпочтениям и образу жизни;

2) «умные» провайдеры услуг. Большую роль в эффективном управлении организациями (отелями, аэропортами) и отдельными процессами (взаимодействием с клиентом, маркетингом и т.п.) будут играть платформенные решения,

автоматизирующие деятельность и позволяющие быстро принимать решения: вовремя устранять неполадки, перенаправлять потоки посетителей, работать с регистрациями и бронированием. Такие облачные системы позволят управлять этими объектами дистанционно. Кроме того, будет расти спрос на платформы страхования, позволяющие персонализировать и автоматизировать процесс получения услуги;

3) бум «бесконтактных» технологий, таких, как:

– системы распознавания и биометрической идентификации (по сетчатке глаза, отпечаткам пальцев и т. п.) будут использоваться для бесконтактного открывания дверей, оплаты билетов, регистрации на рейс, мероприятие или в гостинице и позволят сократить время получения услуги.

– бесконтактные системы измерения температуры для распознавания людей с повышенной температурой тела, которая может указывать на наличие заболеваний;

– голосовые помощники на основе технологий ИИ, машинного обучения и распознавания голоса помогают в выполнении рутинных задач (например, ответы на звонки клиентов в колл-центрах). Под влиянием пандемии активно обсуждается их применение в общественных местах, например, в банках, магазинах, для получения услуг и уменьшения количества контактов;

4) решения для дезинфекции помещений и пространств, такие как: беспилотники и роботы-дезинфекторы, оснащенные резервуарами с дезинфекторами или УФ-лампами; устройства и оборудование на основе светодиодов, а также жидкостей и веществ для дезинфекции помещений, людей на вокзалах, в поездах и иных местах массового скопления людей;

5) VR- / AR- решения. Решения на основе виртуальной реальности эффективно работают в отрасли туризма и гостеприимства, так как позволяют симулировать опыт путешествия и тем самым привлечь большее количество пользователей. Возможность увидеть будущий отель или часть экскурсии помогает путешественникам сделать свой выбор, а отелям и туроператорам повысить привлекательность своих продуктов. VR-решения могут применяться как для продвижения отдельных объектов и туров, так и целых территорий;

6) цифровые гиды. Цифровые гиды отвечают сразу двум перспективным трендам туристической индустрии: рост запроса на безопасность и персонализацию опыта [2].

В качестве итога отметим, что применение новейших цифровых технологий позволяет представителям туристической отрасли разработать комплексный набор туристических услуг, в первую очередь, персонализированных. Ведь использование цифровых технологий позволяет туристическим компаниям предложить нечто большее, чем просто поездку. Не случайно ряд ученых называют данный этап эволюции туристического бизнеса как «Дистрибуция 4.0» — воплощение в жизнь принципов Четвертой промышленной революции в индустрии туризма.

Список использованных источников:

1. Пять трендов индустрии туризма в 2021 году [Электронный ресурс] // Электронный журнал ООО «Сноб Медиа». – Режим доступа: <https://snob.ru/entry/200532/>. – Дата доступа: 17.12.2020.

2. Перспективные технологические решения [Электронный ресурс] // Доклад по туризму ГБУ «Агентство инноваций Москвы». – Режим доступа: https://innoagency.ru/files/Tourism_Prognoz_Covid19.pdf. – Дата доступа: 17.12.2020.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ

Охрана окружающей среды: взаимосвязь политики государства с социально-экономическим развитием

А.С. Шкирман

ЧУО «БИП-Институт правоведения»

shkirman.alexandra@yandex.ru

The problem of environmental protection is the most acute global challenge of our time. The international community is making significant efforts to solve this problem, which determines the development of international legal regulation of this area. The issue of the relationship between environmental protection and the need for economic development is one of the key issues. It affects both the policy of each state individually and further actions on the international level.

Выбросы парниковых газов, связанные с деятельностью человека, достигли исторического максимума. Изменение климата, подстегиваемое экономическим ростом и увеличением численности населения, оказывает широкое воздействие на человека и на природные системы в каждой стране на каждом континенте. Согласно этому, каждое государство, на основании своих социально-экономических и финансовых возможностей, находит свой подход к проблемам охраны окружающей среды и их дальнейшей реализации. Создаются Национальные Стратегии, планы, программы, распределяются обязанности по ведомствам и министерствам, происходит обмен информацией и сотрудничество государств друг с другом. Такие проблемы как охрана окружающей среды, изменение климата, выбросы в атмосферу парниковых газов – всё это единая проблема мира и человечества, которая не отдаляет государства друг от друга, а сплачивает и призывает к незамедлительным действиям. На государственном уровне одним из ключевых вопросов по охране окружающей среды является: на сколько каждое государство готово финансировать различные проекты, вкладывать в улучшение окружающей среды и, соответственно, в благополучие и здоровье своих граждан.

Государства, которые в настоящее время пытаются перейти от традиционного этапа развития к индустриальному (индустриализироваться), сталкиваются с множеством проблем. Стоит предположить, что сделать промышленное производство экологически безопасным способом очень дорого, а ресурсы, которые могут быть направлены на это, крайне ограничены.

Защита окружающей среды является одним из приоритетных направлений деятельности Европейского Союза наряду с другими направлениями интеграции. В этой сфере издаётся значительное количество общеевропейских нормативных актов, таких как конвенции, постановления, директивы, решения, рекомендации и мнения. Экологическая политика Европейского Союза, помимо принятия нормативно-правовых актов, также подразумевает принятие Программ действий в области охраны окружающей среды. Такие Программы действий обеспечивают общую политическую основу совместно с дальнейшим направле-

нием движения Союза на несколько десятков лет вперед. В Программах определены наиболее важные среднесрочные и долгосрочные цели, изложенные в базовой стратегии, включая конкретные меры по их реализации

Что касается Республики Беларусь, то в условиях, когда глобальные экологические проблемы создают угрозу для нынешнего и будущего поколений, Беларусь по-новому пересматривает проводимую экономическую и экологическую политику, переходя к модели, в которой экономический рост сопровождается сокращением потребления ресурсов, уменьшением негативного воздействия на окружающую среду и повышением благосостояния людей. Такие подходы заложены в основу ключевых программных документов: Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития на период до 2030 года; Программы социально-экономического развития на 2016–2020 годы; Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы; Национального плана действий по развитию «зеленой экономики» до 2020 года.

Европейский Союз обладает широкой компетенцией в области охраны окружающей среды. При анализе Программ действий Европейского Союза в области охраны окружающей среды, стоит отметить, что положения последующих Программ действий дублируются, а это означает, что многие вопросы нельзя решить в определенный Программой период её действия. С каждым годом Европейский Союз приходит к выводу, что необходимо ужесточать, либо вносить изменения в уже существующие положения законодательства. От данных действий проблем не становится меньше, происходит только сокращение воздействия на окружающую среду, но не полное её отсутствие.

В свою очередь в Республике Беларусь, экологический компонент очень сильно зависит от экономического и идет совместно с социально-экологической программой Республики Беларусь до 2030 года. Основными препятствиями для внедрения принципов «зелёной экономики» и реализации мероприятий по энергосбережению и сокращению выбросов парниковых газов являются отсутствие достаточных финансовых ресурсов, нехватка у органов местного управления навыков стратегического регионального планирования, ограниченность доступа к информации о новейших подходах, передовых практиках и технологиях, недостаточная информированность о потенциальных механизмах финансирования.

Таким образом, в настоящее время наблюдается явно выраженная тенденция к ужесточению норм, регламентирующих защиту и сохранение окружающей среды. В случае ужесточении мер как на мировом, так и на национальном уровнях, каждое государство стремится руководствоваться уже имеющимся опытом и собственной экологической обстановкой в стране. Данные действия государств, в последние годы в одностороннем порядке, ужесточающие требования, которые касаются защиты и сохранения окружающей среды, не противоречат общепризнанным принципам и нормам международного права.

Перспективы применения системы обращения с отходами стран Балтии в Республике Беларусь

М.Н. Велитченко

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

Waste management concerns each state. The Baltic countries have achieved a lot in this area over the past 30 years. This paper discusses the ways of waste management in Estonia, Lithuania, Latvia and the possibility of their application in the Republic of Belarus.

Деятельность по обращению с отходами касается всех секторов народного хозяйства. Раздельный сбор отходов становится всё более популярным среди населения, однако суммарный объём образующихся отходов продолжает расти. Рынок обращения с мусором в Республике Беларусь и странах Балтии схож: он имеет примерно одинаковую структуру жилищного фонда, морфологию мусора, подход к обслуживанию населения.

Согласно европейскому законодательству, обращение с отходами делится на 5 ступеней по приоритетности действий:

1. Предотвращение образования отходов или хотя бы снижение их количества;
2. Вторичное использование;
3. Переработка отходов на вторичное сырьё;
4. Использование в качестве источника энергии;
5. Безопасное захоронение отходов.

Для совершенствования логистической системы активно применяются «умные» мусорные контейнеры с чипом, сигнализирующим о наполняемости урны. Вместо выездов по графику, алгоритм коммунальных служб автономно разрабатывает оптимальный маршрут, который позволяет снизить эксплуатационные издержки. Установка таких контейнеров мотивирует и самих жителей сортировать отходы: домам, производящим меньше отходов, платить за коммунальные услуги меньше. «Умные» мусорные баки позволяют не только снизить налоговую нагрузку населения, но и способствуют улучшению состояния окружающей среды.

Значительным достижением всего Балтийского региона является мусороперерабатывающий завод Гетлини, расположенный на месте санированного полигона. Затраты на реконструкцию и строительство объекта составили 27 млн евро. Срок окупаемости составил 10 лет. Комплекс Гетлини работает в трёх направлениях: получение вторичного сырья, подготовка RDF-топлива и добыча природного газа путём «биодеградациии». Газ применяется в энергетической промышленности, а также для отопления теплиц.

В настоящий момент в Республике Беларусь 835 мини- и 165 крупных действующих полигонов. В рамках достижения Целей устойчивого развития № 12 «Ответственное потребление и производство» и № 15 «Сохранение экосистем суши» за последнее десятилетие было ликвидировано более 3000 полигонов. Также в 2020 году введены в эксплуатацию 20 мусорных контейнеров на базе

IoT. В РБ наблюдается быстрый темп роста объёма отходов: в 2010 году в стране образовалось примерно 11 млн куб.м отходов, в 2019 эта величина достигла почти 22 млн куб.м. Постепенно происходит создание условий для раздельного сбора мусора: если в 2005–2006 годах было вовлечено менее 50 % населения, то сегодня более 92 % жителей страны имеют возможность сдавать мусор раздельно.

Следующим этапом совершенствования системы обращения с мусором в Республике Беларусь должно стать строительство мусороперерабатывающих предприятий: к 2035 году планируется введение в эксплуатацию 30 объектов. На данный момент объекты находятся на стадии планирования и выбора поставщиков оборудования. Сотрудничество Беларуси со странами Балтийского региона в значительной степени может ускорить процесс внедрения современных технологий за счёт изучения, анализа и применения опыта стран-соседей.

Список использованных источников:

1. Как работает система обращения с отходами в Латвии. [Электронный ресурс]. – 21.02.2019. – Режим доступа: <https://axe-machinery.ru/garbage-utilisation-latvia>. – Дата доступа: 16.12.2020.

2. Сортируем и перерабатываем больше, но количество отходов не уменьшается [Электронный ресурс]. – 22.06.2020. – Режим доступа: <https://www.zalvaris.lt/ru/novosti/cortiruem-i-pererabatyvaem-bolse-no-kolicestvo-otxodov-ne-umensaetsya>. – Дата доступа: 16.12.2020.

Пути снижения выбросов железнодорожного транспорта в Республике Беларусь

В.В. Лесюкова, Д.А. Лапченко

Белорусский национальный технический университет

ms.lesyukova@mail.ru, lapchenko_d@mail.ru

In this article Strategy to reduce the harmful effects of transport on the atmospheric air and an action plan for its implementation are considered.

Экология – одна из наиболее животрепещущих проблем мирового сообщества. Неблагоприятные тенденции, связанные с активным использованием транспортного комплекса, способствуют исследованиям и разработкам новых решений для минимизации вредных воздействий на окружающую среду и здоровье человека.

Для Беларуси характерны выбросы загрязняющих веществ от мобильных и стационарных источников. Объемы выбросов с 1995 по 2019 гг. представлены на рисунке 1 [1].

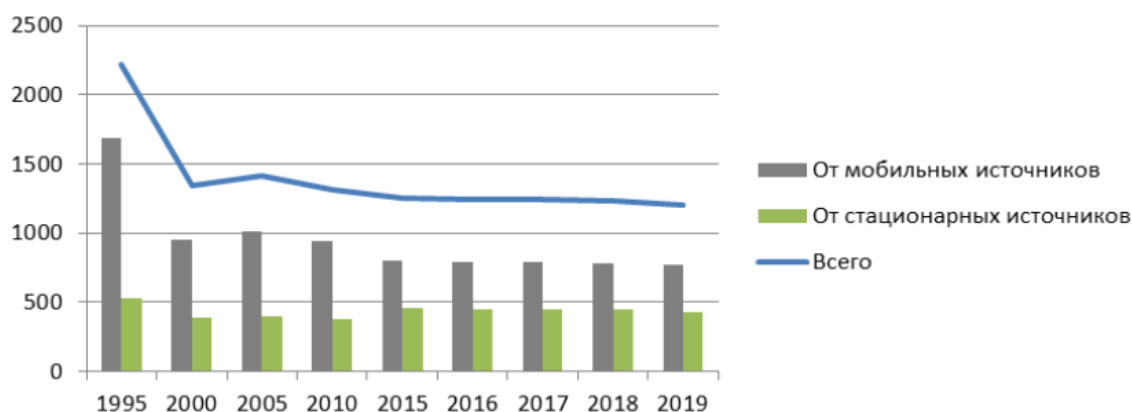


Рисунок 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в Республике Беларусь (в тыс. тонн)

Несмотря на существенное уменьшение выбросов как от мобильных, так и от стационарных источников, значительно увеличилась доля выбросов, приходящаяся на транспортный комплекс (2,06 % всех выбросов в 2019 г. в сравнении с 1,59 % в 2010 г.). В связи с этим Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь были разработана Стратегия по снижению вредного воздействия транспорта на атмосферный воздух (далее – Стратегия) государства. Так как железнодорожный транспорт является неотъемлемой частью транспортного комплекса Беларуси, Стратегия затронула и данную часть логистической цепи.

Исходя из плана мероприятий по реализации Стратегии ГО «Белорусская железная дорога» должны быть исполнены (таблица 1) [2]:

Таблица 1 – План мероприятий по уменьшению выбросов железнодорожного транспорта в Республике Беларусь

Наименование мероприятия	Ожидаемый результат
1. Модернизация тягового подвижного состава в соответствии с Государственной программой развития железнодорожного транспорта Республики Беларусь	Сокращение объемов сжигаемого моторного топлива. Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух
2. Установка электронных регуляторов частоты вращения вала дизеля на тепловозы	Сокращение объемов сжигаемого моторного топлива. Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух
3. Установка на тепловозы системы тепловозной автоматики УСТА	Сокращение объемов сжигаемого моторного топлива. Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух
4. Снижение энергоемкости перевозок на железнодорожном транспорте посредством замены дизель-поездов ДР1А на ДП1	Снижение потребления дизельного топлива на перевозку пассажиров в 4,9 раза. Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух
5. Замена тепловозной тяги на электровозную. Электрификация участков железной дороги в соответствии с Государственной программой развития железнодорожного транспорта Республики Беларусь	Доведение уровня общей протяженности электрифицированных дорог к 2015 г. до 1270 км. Снижение выбросов ЗВ в атмосферный воздух

В результате реализации предусмотренных Стратегией мероприятий в Беларуси ожидается повышения экологичности железнодорожного транспорта и существенное снижение выбросов вредных веществ в атмосферный воздух.

Список использованных источников:

1. Загрязнение атмосферного воздуха и разрушение озонового слоя [Электронный ресурс]. – Белстат. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/a-zagryaznenie-atmosfernogo-vozduha-i-razrushenie-ozonovogo-sloya/>– Дата доступа: 19.12.2020.

2. Стратегия по снижению вредного воздействия транспорта на атмосферный воздух Республики Беларусь на период до 2020 года. -05.11.2013 №06/137-207, С. 214–258.

Перспективы использования морошки приземистой

Я.Л. Страх, О.С. Игнатовец

УО «Белорусский государственный технологический университет»

e-mail: y.strakh@gmail.com

This paper describes the prospects of using cloudberry for soil reclamation, in order to preserve biogeocenoses and provide a plant resource base for the pharmaceutical and food industries.

Морошка приземистая – *Rubus chamaemorus* L. – хозяйственно-полезное реликтовое поликарпическое растение, которое встречается в широтном протяжении на всей территории Российской Федерации, Норвегии, Финляндии, Латвии и т. д. На территории Республики Беларусь проходит южная граница ареала обитания *Rubus chamaemorus* L. Однако это растение имеет большой производственный и экологический потенциал.

Использование морошки может заключаться в биологической рекультивации почв, а так же применение в фармацевтической промышленности в качестве основного компонента биологически активных добавок и фитопрепаратов. Биологическая рекультивация морошки приземистой обеспечит создание продуктивных, экологически и промышленно полезных биogeоценозов, а для Республики Беларусь еще сохранение и восстановление вида.

Морошка богата различными видами биологически активных веществ, большинство из которых обладают антиоксидантной и антимикробной активностью.

В растительном сырье в основном вторичные метаболиты обладают антиоксидантной активностью. Наиболее известными с этой точки зрения антиоксидантами являются вещества фенольной природы, в частности флавоноиды, аскорбиновая кислота, токоферолы и др. В некоторых научных работах отмечается синергизм действия витамина С и фенольных соединений. В связи с вышеизложенным, количественное определение указанных химических соединений является весьма актуальным. На основе подобных исследований можно производить отбор популяций с наиболее высоким потенциалом для рекомендации к промышленному использованию.

В качестве объекта исследований использовали плоды и различные части растения морошки приземистой. Определение концентрации фенольных соединений проводили методом Фолина-Чокальтеу в модификации Синглтона и Росси [1], содержания флавоноидов определяли по методике взаимодействия с $AlCl_3$ [2]. Общую антиоксидантную активность (АОА) оценивали фосфомолибденовым методом [3].

Проведенные исследования (таблица) показали, что в листовых пластинках содержание фенольных веществ и флавоноидов выше, чем в черешках и ягодах морошки. Наибольшей АОА обладают ягоды морошки приземистой.

Таблица – Содержание фенольных соединений, флавоноидов и антиоксидантная активность различных частей *Rubus chamaemorus* L.

Объект исследования	Содержание внутриклеточных фенольных соединений, мг-экв галловой кислоты / г абсолютно сухого сырья	Содержание флавоноидов, мг-экв рутина/ г абсолютно сухого сырья	Общая антиоксидантная активность, %
Листовые пластинки	83,24±5,45	32,27±3,33	52,08±4,11
Черешки	51,92±1,22	13,09±1,01	28,46±2,37
Ягоды	33,17±1,03	3,95±0,23	77,21±3,63

Содержание витамина С в ягодах определяли по методу Тильманса [4]. В зависимости от условий произрастания морошки приземистой содержание аскорбиновой кислоты варьировалось в пределах 20–90 мг%. Причем наибольшее количество витамина С наблюдается у более северных популяций.

Антиоксидантные свойства любых растений обеспечиваются, как правило, деятельностью фенольных соединений, витамина С и др. Поэтому с точки зрения разработки фитопрепаратов, обладающих антиоксидантной активностью, и комплексной технологии переработки растительного сырья, перспективно использовать такие части, как листовые пластинки и ягоды морошки приземистой. Такая комбинация обеспечит оптимальное соотношение компонентов отвечающих за антиокислительную активность, а также минимизировать промышленные отходы.

Таким образом морошка приземистая представляет интерес как растение обладающее высоким антиоксидантным потенциалом, а также с точки зрения возможности ее применения для рекультивации почв, что обеспечит сохранение биогеоценоза и создаст достаточную сырьевую базу.

Список использованных источников:

1. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent / V.L. Singleton et. al. // *Methods in Enzymology*. – 1999. – Vol. 299. – P. 152–178.
2. Антиоксидантная и антирадикальная активность *in vitro* экстрактов травы *Sanguisorba officinalis* L., собранной в различные фазы развития / Е.М. Мальцева, Н.О. Егорова, И.Н. Егорова // *Вестник уральской медицинской академической науки*. – 2011. – № 3(1). – С. 68.
3. Wound Healing Studies of *Aristolochia Bracteolata* Lam. With Supportive Action of Antioxidant Enzymes / A. Shirwaikar [et al.] // *Phytomedicine*. – 2003. – V. 10. – P. 558–562.
4. Леонтьев, В. Н. Биохимия. Лабораторный практикум : учеб. пособие для студентов специальностей «Биотехнология», «Биоэкология» / В. Н. Леонтьев, Т. И. Ахрамович. – Минск: БГТУ, 2008. – 216 с.

МКЭ-анализ крутильно-изгибного нагружения бионической несущей структуры, характерной для балтийского региона

С.С. Довнар, А.Д. Пенкина

Белорусский национальный технический университет

e-mail: ssdov@tut.by

FEA simulation of the Baltic tree's bionic load-bearing structure is provided. An array of trees is virtually constructed with heuristic variations in the branch sections and crown shapes. Eccentric wind loads are applied so bending and twisting deformations were simulated. Ironed stress bands (ISB), going along the branch in its middle part, are stated as a steady feature of the tree stress field. The junction between stem and branch becomes free from stress concentration for a wide range of geometry variations. Investigated bionic tree-like forms should be recommended for implementation in the common machinery.

Природные бионические формы [1] являются источником геометрических решений для техники, в частности, для машиностроения [2]. Средством выявления оптимальных бионических конструктивов в последнее время все чаще служит метод конечных элементов (МКЭ). Его применяют, например, для анализа древесных несущих систем (ДНС) [3]. Представляется, что деревья балтийского региона весьма перспективны для бионики как источники гармонических форм. Их ДНС мультивалентны и приспособлены к несению как ветровой нагрузки, так и гравитационных воздействий.

Проведенный недавно МКЭ-анализ высоко нагруженного каштана конского обыкновенного показал [4], что в нем самоорганизуется эффективное сопряжение несущей ветви и ствола. Оно свободно от концентрации напряжений, что необычно для машиностроения. В технике напряжения, наоборот, сгущаются в районе стыков балок и стержней.

Данная работа является продолжением исследования [4] ДНС в условиях варьирования размеров сопряжений и комбинирования изгибных и крутильных нагрузок.

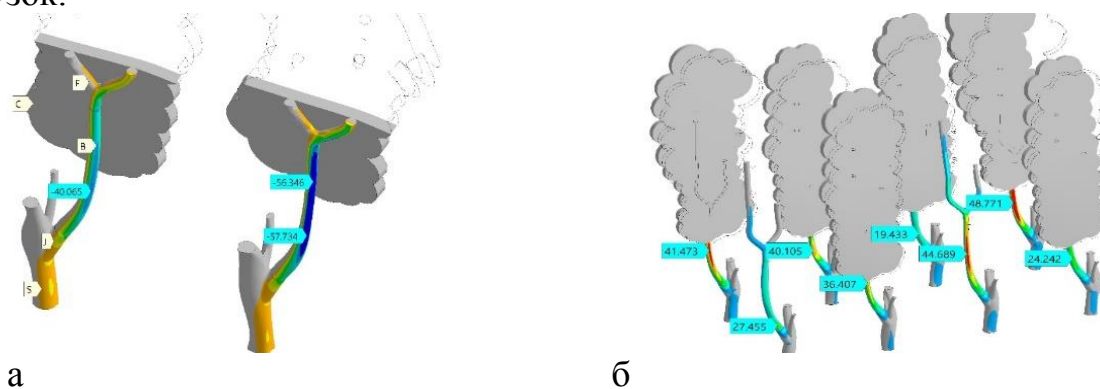


Рис.1. Картины минимального главного (а) и эквивалентного (б) напряжений (МПа) для массива ДНС под напором 380 Па (а – подветренная сторона, косой напор; б - наветренная сторона, нормальный напор) и силой тяжести: S – ствол; В – ветвь; J – сопряжение S-B; F – развилка ветвей, удерживающая крону С; × 1

Особенностью данной ДНС является «разглаженный» очаг напряжений (РОН), лежащий в средней части ветви В (примерно между маркерами -57.7 и -56.3 на рис. 1, а) и не затрагивающий сопряжение J между ветвью В и стволом S. РОН не создает концентрации напряжений и не подвергает особой опасности самый чувствительный участок ДНС – сопряжение ветви и ствола.

РОН как желаемая черта напряженного состояния бионической конструкции устойчиво повторяется в массиве деревьев (рис. 1, б). Массив построен путем эвристического варьирования размеров и форм ключевых сечений ветви и ствола в поле допуска « $\pm 1/3$ » от базового варианта. Также псевдослучайно перестраивались размеры и формы крон С, что влияло на результирующие силы нагружения.

Варьирование вызвало разброс максимальных эквивалентных напряжений (рис. 1, б) в массиве деревьев до 2,51 раза. Однако, во всех ДНС сохранились свои РОН. Сопряжения не перегружены. Тип напряженного состояния можно считать устойчивым и структурно благоприятным.

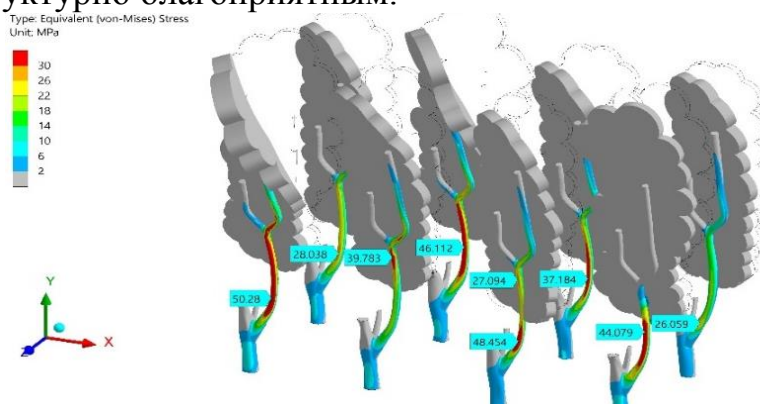


Рис.2. Картина эквивалентного напряжения (МПа) при эксцентричном нагружении массива деревьев штормовым напором 600 Па; $\times 2$

На рис.2 массив деревьев нагружен ветровым напором несимметрично, по правым краям крон. Поэтому к изгибающим напряжениям в ДНС добавляются крутильные. Каждая ветвь подвергается крутильно-изгибному нагружению. Последнее, однако, доминирует.

Центры РОН отмечены маркерами. Видно, что сила и форма РОН подвергается вариациям. Разброс напряжений между деревьями достигает 1,92 раз. Центр РОН перемещается вдоль несущей ветви. Так, для большинства деревьев центр РОН находится на верхней границе нижней трети ветви (например, 50,28 МПа). Для одного дерева (39,783 МПа) центр РОН смещен вверх по ветви, вплоть до развилки. Однако, РОН, как черта напряженного состояния, стабильно воспроизводится от дерева к дереву. Таким образом, геометрия сопряжения «ствол – ветвь» эффективно противодействует концентрации здесь как сжимающих, так и растягивающих напряжений.

«Предлагаемая» балтийским каштаном бионическая форма сопряжения «ствол – ветвь» является устойчивой к случайным вариациям параметров. Всплесков чувствительности модели не выявлено. Рассматриваемый бионический стиль сопряжений может быть рекомендован для использования в технике.

Реализация таких усиленных сопряжений между условными «стволом» и «ветвью» в несущей системе машины возможна с помощью 5-координатных станков и 3D-принтеров.

Список использованных источников:

1. C. Mattheck, Design in Nature, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1998.
2. A. Samek, Bionika. Wiedza Przyrodnicza dla Inżynierów, Wydawnictwa AGH, Kraków, 2010.
3. T. Jacksona, A. Shenkina, A. Wellpottb et al., “Finite element analysis of trees in the wind based on terrestrial laser scanning data,” Agricultural and Forest Meteorology, vol. 265, pp. 137–144, 2019.
4. Stanislau Dounar, Alexandre Iakimovitch, Katsiaryna Mishchanka, Andrzej Jakubowski, and Leszek Chybowski. FEA Simulation of the Biomechanical Structure Overload in the University Campus Planting. Applied Bionics and Biomechanics, Volume 2020, Article ID 8845385. <https://doi.org/10.1155/2020/8845385>

Отработка системы клеточной селекции для индукции соматических мутаций и формирования соматоклональных вариантов при различном спектральном составе света светодиодных источников

Т.В. Никонович¹, А.В. Константинов², М.Я. Острикова²,
И.Е. Баева¹, Т.В. Кардис¹

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

²Институт леса НАН Беларуси

e-mail: tvnikonovich@gmail.com

The objective of this study was to establish the physical conditions of cultivation, for their further use as selective, affecting the stability of the hereditary apparatus of lilac regenerant plants in vitro.

Variants of the spectral composition of light from LED sources with a photon emission efficiency of 1.85-2.03 $\mu\text{mol} / \text{s}\cdot\text{W}$ are determined as promising for the development of a system of cell selection of regenerants, induction of somatic mutations and obtaining genetic diversity of cultivated material on their basis.

Культура клеток высших растений является уникальной биологической системой и может рассматриваться в качестве инструмента для физиолого-биохимических, генетических и биотехнологических исследований. Популяции растительных клеток, в регулируемых условиях, характеризуются рядом специфических особенностей, за счет которых изолированные клеточные культуры представляют собой удобную экспериментальную модель. Отличия культивируемых клеток от клеток организма часто специально усиливают путем воздействия на них биохимических и физических мутагенов, включая светодиодное освещение различной интенсивности и спектрального состава.

Клеточная и тканевая селекция регенерантов *in vitro*, полученных способом непрямого морфогенеза за счет процессов индуцированного мутагенеза и соматоклональной изменчивости позволяет расширять спектр генетического разнообразия исходного материала без внедрения чужеродных генов.

Задачей настоящего исследования являлось установление физических условий культивирования, для дальнейшего использования их в качестве селективных, влияющих на стабильность наследственного аппарата растений-регенерантов сирени *in vitro*.

В качестве экспериментального использовали материал *in vitro* трех сортов сирени *Buffon*, *Franc Paterson* и *Лунный свет* культивируемых при светодиодном освещении различного спектрального состава. Всего 14 источников искусственного света *LED*, отличающихся спектральным соотношением R/B («красный/синий») от 0,8 до 20,7. Варианты освещения обозначались порядковыми номерами, присвоенными им согласно общей нумерации, используемой в биотехнологической лаборатории. Экстракцию тотальной ДНК из растительных тканей осуществляли с использованием модифицированного СТАВ-метода. Для определения генетических особенностей регенерантов в вариантах опыта был проведен

ПЦР-анализ с применением произвольно амплифицируемых праймеров с последующей визуализацией продуктов электрофореза и построением мультилокусных генетических паспортов.

Разработка систем регенерации с точки зрения фитобиотехнологии требует учета большого разнообразия факторов, воздействующих на клеточные популяции (каллусные культуры) или соматические клетки интенсивно делящихся тканей (существующие меристемы эксплантов).

Следует отметить, что микроклональное размножение в условиях *in vitro* линий, характеризующихся повышенным уровнем соматической изменчивости, позволяет отбирать варианты, характеризующиеся набором параметров, существенно варьирующих в пределах нормы реакции или обусловленных значительными перестройками на уровне наследственного аппарата, а значит закрепленными генетически.

Не смотря на вероятное отсутствие прямой корреляции между выявляемыми в результате проведенного *RAPD*-анализа точечными мутациями и физиолого-биохимическими особенностями регенерантов сирени, полученные сведения иллюстрируют общий уровень изменчивости, индуцируемый воздействием физических условий культивирования (в нашем случае параметров светодиодного освещения) на растительный материал *in vitro*. Использование кластерного анализа применительно к полученным молекулярно-генетическим данным и построение древовидной диаграммы, позволило получить обобщенную интегральную картину аллельных вариантов с набором уровней, соответствующих шагу последовательного укрупнения кластеров, объединяющих сходные по генетическим параметрам регенерантов, полученных в результате культивирования в различных условиях *in vitro*.

Анализ набора амплифицируемых локусов сортов сирени и иерархическая кластеризация результатов позволила объединить варианты освещения в три группы: первая – 18, 19, 20, а также близкий к ним 17 и две сходные группы 4, 5, 21, 22 и 8, 16. Дистанция между указанными группами составила около 15–25 %. Наибольшая изменчивость характерна для образцов, выращенных при вариантах освещения 12 (30 % отличие), близкие по изменчивости образцы при вариантах 13 и 14, отличающиеся от основной группы на 32 % и при варианте 11 с максимальной степенью изменчивости составляющей 40 %.

Таким образом, в ходе анализа *RAPD*-спектров были составлены генетические паспорта исследованных микроклональных растений трех сортов сирени *in vitro* и проведен кластерный анализ результатов.

Варианты спектрального состава света светодиодных источников с эффективность излучения фотонов 1,85–2,03 мкмоль/с·Вт определены в качестве перспективных для разработки на их основе системы клеточной селекции регенерантов, индукции соматических мутаций и получения генетического разнообразия культивируемого материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского Республиканского фонда фундаментальных исследований, договор № Б19-112.

Оценка исходного материала перца острого по биохимическому составу плодов

Н.В. Дыдышко, Т.В. Никонович

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

e-mail: tvnikonovich@gmail.com

In breeding work aimed at creating new high-quality varieties and hybrids of F₁ hot pepper, it is of considerable interest to evaluate samples by the chemical composition of fruits in order to identify samples with high biochemical parameters and then use them in breeding.

Biochemical studies have shown that in order to increase the pungent dry matter content in the fruits of pepper, the varieties Cain, China, Feferon, Red Dragon and Chegevara should be involved in the breeding process. Carotene donors are Cain, Volgograd, Chegevara. The content of vitamin C can be increased by the varieties Red Dragon, Volgograd, Chegevara. The Volgograd variety is also valuable as a sample, in the fruits of which a significant amount of capsaicin is synthesized. This is valuable for producing new genotypes with sharper fruits.

Овоци, относятся к незаменимым продуктам питания, так как являются важнейшим источником витаминов, аминокислот, минеральных солей, микроэлементов, углеводов, флавоноидов и других биологически активных веществ. В селекционной работе, направленной на создание новых высококачественных сортов и гибридов F₁ перца острого, значительный интерес представляет оценка образцов по химическому составу плодов с тем, чтобы выявить образцы с высокими биохимическими показателями и в последующем использовать их в селекции [1].

Научно-исследовательская работа выполнялась на протяжении трех лет (2018-2020 гг.) в условиях необогреваемых пленочных теплиц на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии экологии и радиологии УО «БГСХА». Исследовано 12 сортов перца острого. Биохимический анализ плодов (содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты, каротина, капсаицина) проведен в химико-экологической лаборатории УО «БГСХА» по общепринятым методикам: сухое вещество – ГОСТ 27548-97, каротин – ГОСТ 13496.17-95 п.1, витамин С – ГОСТ 24556-89 п.2. Определение содержания капсаицина проводилось по методике Ермакова А. И. [2].

Биохимический состав плодов изучаемых сортов перца острого представлен в таблице.

Таблица – Биохимические показатели плодов константных форм перца острого в среднем за 2018–2020 гг.

Сорт	Сухое вещество, %	Каротин, мг/100 г	Витамин С, мг/100 г	Капсаицин, %
Ежик (стандарт)	14,04	22,23	78,27	0,28
Каин	19,39	23,40	87,40	0,26
Китай	19,28	16,70	75,70	0,30
Феферона	18,87	21,20	77,63	0,45
Красный дракон	16,68	17,43	92,37	0,37

Девятка	8,52	11,20	71,73	0,22
Волгоград	13,59	23,70	99,27	0,57
Лара	7,52	12,70	83,77	0,35
Халаленью	13,14	18,07	73,23	0,33
Агдас	9,02	17,23	79,50	0,43
Зимрид	10,74	9,43	83,20	0,28
Чегевара	15,68	30,17	90,77	0,28

Накопление капсаицина, витамина С, каротина и сухого вещества в плодах различных сортов, выращенных в одинаковых условиях с соблюдением общепринятой агротехники, сильно варьировало.

Интервал наблюдаемых концентраций капсаицина в плодах составил от 0,26 % – до 0,57 % Максимальная концентрация установлена в плодах сорта Волгоград, что в два раза превышало содержание этого алкалоида в плодах сорта стандарта Ежик.

Концентрация сухого вещества колебалась от 7,52 % до 19,39 %, каротина от 9,43 мг/100 г до 30,17 мг/100 г, витамина С от 71,73 мг/100 г до 99,27 мг/100 г. По содержанию сухого вещества пять сортов Каин, Китай, Феферона, Красный дракон и Чегевара превзошли стандарт, на 1,64–5,35 %. Максимальная концентрация сухого вещества установлена в плодах сорта Каин и составила 19,39 %, что в 1,4 раза выше стандарта.

По содержанию витамина С семь сортов превзошли сорт Ежик на 1,23–21,0 мг/100 г, причем сорт Волгоград превысил по этому показателю стандарт на 26,8 %. Это свидетельствует о возможности использовать его в селекции в качестве донора данного признака.

Проведенные биохимические исследования показали, что для увеличения в плодах перца острого содержания сухого вещества в селекционный процесс следует вовлекать сорта Каин, Китай, Феферона, Красный дракон и Чегевара. Донорами каротина являются Каин, Волгоград, Чегевара. Содержание витамина С способны повысить сорта Красный дракон, Волгоград, Чегевара. Сорт Волгоград также ценен, как образец, в плодах которого синтезируется значительное количество капсаицина. Это ценно для получения новых генотипов с более острыми плодами.

Таким образом, нами установлены сорта, представляющие интерес в качестве исходного материала для использования их в селекционном процессе и улучшения качества плодов перца острого.

Список использованных источников:

1. Пышная, О.Н. Селекция перца. / Пышная, О.Н. Мамедов, М.И., Пивоваров, В.Ф. // М.: Изд-во ВНИИССОК, 2012. – 248 с.
2. Лудилов, В.А. Содержание Р-активных веществ и витамина С в различных видах и сортах перца / В.А. Лудилов, М.И. Лудилова // Бюл. ВИР. – Л., 1977. – Вып. 74. – С. 27–32.

Определение изотопного соотношения молочных продуктов как возможность установления их географического происхождения

А.В. Мелещенко, Т.А. Савельева, Т.М. Смоляк, Т.В. Сенченко
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»
e-mail: meat-dairy@tut.by

В рамках международного сотрудничества с Государственным научно-исследовательским институтом «Центр физических наук и технологий» (Литва) изучены и разработаны способы пробоподготовки молока для изотопной спектрометрии, осуществлён сбор образцов молока-сырья, воды и кормов с целью последующего проведения исследований соотношений изотопного состава образцов, разработан метод измерений изотопного соотношения стабильных изотопов с применением метода изотопной масс-спектрометрии.

Экспериментальные исследования отобранных образцов молока-сырья, воды и кормов для сельскохозяйственных животных из шести областей Республики Беларусь проводились на базе Государственного научно-исследовательского института «Центр физических наук и технологий» (Литва) с помощью масс-спектрометром IRMS/SIRA, который обеспечивает получение данных об изотопном составе углерода $\delta^{13}C$, кислорода $\delta^{18}O$ и азота $\delta^{15}N$ в диапазоне природных вариаций $\delta \leq 0,15$ ‰. Соотношение изотопов кислорода в испытуемых образцах определяли с помощью системы GasBench II, подключенной к масс-спектрометру изотопного соотношения ThermoDelta V Advantage. Определение соотношений изотопов углерода и азота проводилось с использованием элементарного анализатора ThermoFlash EA 1112, подключенного к масс-спектрометру изотопного соотношения ThermoDelta V Advantage через программное обеспечение ConFlo III.

Количественное определение стабильных изотопов элементов углерода ($^{13}C/^{12}C$), кислорода ($^{18}O/^{16}O$), азота ($^{15}N/^{14}N$) методом изотопной масс-спектрометрии основано на наличии изотопного эффекта - неидентичности свойств изотопов данного элемента, обусловленной различием масс изотопных атомов. Анализ изотопного состава проведён с помощью масс-спектрометра, принцип действия которого основан на воздействии магнитных и электрических полей на пучки ионов, летящих в вакууме, и позволяет разделить ионизирующие частицы вещества (молекул, атомов) по их массам. В результате получают масс-спектр, который представляет собой зависимость величины ионного тока от массы частицы.

При обработке данных получены следующие результаты:

– значения $\delta^{13}C$ колебались в пределах от $-30,2$ ‰ до -20 ‰, что можно объяснить преобладанием в рационе животных С4-растений. Содержание $\delta^{13}C$ в образцах молока, отобранных в летний и зимний периоды в одном и том же географическом регионе, различалось, что может быть связано с изменением рациона, когда животные содержатся в укрытии в зимний период и имеют большее разнообразие корма в летний период;

– данные по стабильным изотопам азота варьировали от $3,63$ до $5,66$ ‰ и были распределены равномерно по всем исследуемым географическим регионам;

– присутствие $\delta^{18}\text{O}$ в молоке в количестве от $-8,67\text{‰}$ до $-3,87\text{‰}$, что возможно связать с потреблением животными свежей травы, на это же указывают и результаты исследований соотношения изотопов углерода.

Существует необходимость в дальнейших исследованиях в области проведения измерений изотопного состава, результаты которых позволят создать достоверную базу данных о соотношении стабильных изотопов в молоке, благодаря чему станет возможным определение его географического происхождения, а также позволят охарактеризовать сырьё для получения продукта и технологический процесс его производства.

Научное издание

**СОТРУДНИЧЕСТВО – КАТАЛИЗАТОР
ИННОВАЦИОННОГО РОСТА**

Сборник материалов
6-го Белорусско-Балтийского форума

Минск, 22–23 декабря 2020 года

Подписано в печать 24.12.2020. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 13,49. Уч.-изд. л. 5,27. Тираж 100. Заказ 788.

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.