

Научная хроника

ПЕРВАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО АДДИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

5–6 октября 2016 г. в Гродно состоялась первая научно-техническая конференция «Аддитивные технологии, материалы и конструкции». Организаторами конференции были Национальная академия наук Беларуси, Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований, УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы». Конференция была проведена на базе Гродненского филиала «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения» ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси». Тематика конференции была посвящена развитию и применению аддитивных 3D-технологий в различных отраслях промышленности. Такие технологии, являясь технологиями послойного синтеза, обеспечивают практически безотходное материало- и энергоэффективное производство многих видов изделий из металлических, полимерных и композиционных материалов. В работе конференции приняли участие более 50 ученых из Беларуси, России, Польши и Украины.

В приветственном слове сопредседатель научно-программного комитета конференции, академик Свириденко А.И. остановился на социально-экономических аспектах развития аддитивных технологий. Отмечено, что в настоящее время создается новая индустриальная парадигма, основанная на индивидуальных производственных процессах, которые приходят на смену существующей глобальной сети инфраструктур, базирующейся на углубленном разделении труда в массовых производствах, контролируемых крупными корпорациями и компаниями. Традиционная производственная схема стала приводить к перепроизводству. Аддитивные технологии, являясь одним из наиболее динамично развивающихся перспективных производственных процессов, могут стать основой для перехода промышленности к новому технологическому укладу. В подтверждение чему были приведены статические данные: в 2008 году в мире насчитывалось 355 используемых 3D-принтеров, в 2013 году уже было 23 тысячи, в 2014 году – 107 тысяч, в 2015 только в Китае их было установлено 77 тысяч, в 2016 году в мире ожидается продажа 496 тысяч принтеров.

Пленарное заседание с докладом «Состояние и перспективы развития аддитивных технологий в Республике Беларусь» открыл первый заместитель председателя Президиума НАН Беларуси, академик Чижик С.А. В своем докладе он сопоставил традиционные и аддитивные технологии, отметив преимущества последних в снижении на порядок времени производственного цикла мелкосерийного производства, сокращении и упрощении цепочек поставок, локализации производства на площадках одного предприятия и использовании принципиально новых подходов к проектированию изделий, позволяющих создавать сложно-профильные детали и облегченные конструкции, производство которых с использованием традиционных технологических методов невозможно.

Далее он подробно остановился на основных направлениях исследований и разработок в Беларуси в данной области. В частности, большой интерес у отечественных ученых к технологии экструдерной заливки расплава (Fused Deposition Modeling – FDM). Институт химии новых материалов НАН Беларуси освоил производство расходных полимерных материалов для FDM-принтеров. В Научно-исследовательском центре проблем ресурсосбережения ведутся исследования и разработки по созданию расходных материалов на основе отечественного полимерного сырья. Производство первых отечественных FDM-принтеров в наиболее простой комплектации готовы освоить в Институте тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси (ИТМО), а в Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) прорабатывается вопрос организации мелкосерийного производства принтеров в закрытых корпусах для оснащения учебного процесса вузов и школ.

Также имеются весомые наработки и для технологии селективного лазерного спекания (Selective Laser Sintering – SLS). Институт порошковой металлургии (ИПМ) совместно с Институтом физики НАН Беларуси и Объединенным институтом проблем информатики десять лет назад создал установку для синтеза изделий медицинского назначения из порошковых металлических материалов с регулируемой пористостью. В настоящее время ИПМ участвует в крупном международном проекте по созданию расходных материалов (металлических порошков) для SLS-технологии. Работы по созданию устройств дозирования и подачи порошковых компози-

ций в принтерах ведутся на машиностроительном факультете БНТУ.

Раскрой и сборку изделий по технологии послойного формования из листового материала (Laminated Object Manufacturing – LOM) уже в настоящее время, при условии дооснащения выпускаемого ГНПО «Центр» раскройного оборудования сборочными модулями, можно широко использовать в республике и за ее пределами. Особыми конкурентными преимуществами обладает установка плазменной резки с 5-координатным манипулятором, а также большие перспективы у гидроабразивных установок.

Макетирование на производстве (заводы «Атлант», «Горизонт») в течение последних 10–15 лет представлено в основном стереолитографией (Stereolithography Application – SLA), обеспечивающей достаточно высокую точность и прочность полимерных моделей. В тоже время широкое распространение в республике технология SLA, по сравнению с FDM, не получила в виду высокой стоимости оборудования и расходных материалов – фоточувствительных полимеров.

Также в Беларуси наметилось развитие аддитивных технологий применительно к медицине. Наиболее перспективным в настоящий момент является комплексный подход, при котором форму органа создает каркас из конструкционного материала (*биоразлагаемого* или растворимого в определенной среде), а функциональная ткань наращивается клетками. В частности, работы по стволовым клеткам ведет недавно созданный Центр в Институте биоинженерии и клеточных технологий, а для наблюдения и манипулирования клетками в ИТМО создано оборудование – биоконтейнер с использованием атомно-силового оборудования. Отдельные достижения аддитивных технологий могут в ближайшее время найти широкое распространение в медицинской практике. Например, с помощью компьютерной томографии получают цифровую модель органа, далее с использованием FDM-принтера из полимерного материала изготавливают трехмерную модель органа, в точности воспроизводящую все анатомические особенности. Такие модели с точным воспроизведением анатомических особенностей органов призваны в первую очередь помочь врачам-хирургам в подготовке к сложным операциям и способствуют сокращению времени хирургического вмешательства. Участникам конференции была продемонстрирована трехмерная модель коленного сустава реальной пациентки, изготовленная из полилактида и успешно использованная в предоперационной подготовке.

В заключение Чижик С.А. отметил, что в Беларуси планомерно создаются научная и технологическая платформы для формирования новой отрасли современного многофункционального аддитивного производства и его кадрового обеспечения.

Продолжил пленарное заседание заместитель академика-секретаря отделения физико-технических наук НАН Беларуси, д.т.н. Хейфец М.Л. В своем докладе «Синергетотехнологии синтеза изделий из композиционных материалов при воздействии потоками энергии в аддитивном производстве» он охарактеризовал синергетотехнологии как перспективный подход, обеспечивающий самоорганизацию поверхностных явлений при послойном формировании структур поверхностных слоев различных материалов и управление их свойствами при разнообразных физических воздействиях. Такая самоорганизация поверхностных явлений обеспечивает устойчивое образование слоя определенной толщины при значительных изменениях расстояния от источника энергии или подаваемого материала до формируемой поверхности, а также позволяет в результате взаимопроникновения сращивать последовательно наносимые слои. Были кратко рассмотрены особенности аддитивного формирования структур и изделий при воздействии высокоэнергетических потоков в процессе индукционной наплавки с погружением детали в расплавленный металл, при резке и послойном нанесении металлических порошков в плазменных процессах, при электроэрозионной обработке поверхности и электромагнитной наплавке порошков, лазерной резке, оплавлении поверхностного слоя, ионной имплантации и осаждении покрытия. В заключении было отмечено, что рассмотренные в докладе аддитивные процессы прямого выращивания изделий послойным синтезом раскрывают новые перспективы в ресурсном проектировании деталей машин.

С докладом «Порошковая металлургия – одна из первых аддитивных технологий» выступил директор ИПМ, член-корреспондент НАН Беларуси Ильющенко А.Ф. Было отмечено, что аддитивные металлургические технологии – это часть большой порошковой металлургии, использующая не только близкое по характеристикам, доработанное дисперсное сырье, но и традиционные методы доуплотнения сформованных порошковых заготовок – в частности, горячее изостатическое прессование. Порошковая металлургия Беларуси – первая в стране еще в начале 2000-х годов приступила к разработке собственных технологий и оборудования для консолидации порошков лазерным излучением в заготовки и изделия разных типоразмеров и назначения, опередив этим всех ближайших соседей. В частности, ИПМ совместно с Институтом физики в 2002–2005 гг. была создана установка селективного лазерного спекания металлических порошков, которая в

большой мере напоминает современные машины.

Тем не менее, дальнейшее развитие порошковых аддитивных технологий сдерживают определенные трудности. Прежде всего, специфические требования к расходным материалам (порошкам) предполагают использование дополнительных технологических операций (рассева, откатки, сфероидизации в плазме и др.), что приводит к росту отходов, уменьшению выхода готового продукта и увеличению его стоимости. Для потребителей из СНГ расходные порошки для аддитивных технологий – ещё более серьезная проблема – в основном, их приходится закупать за рубежом. Поэтому задача разработки отечественных технологий получения и доработки порошков металлов и их сплавов является весьма актуальной и целесообразной. Еще одна важная проблема – получение теоретически доступной плотности готовых изделий, требующая поиск эффективных методов доуплотнения сформованных порошковых заготовок.

В докладе «Изготовление индивидуальных эндопротезов аддитивными технологиями» ведущего научного сотрудника Санкт-Петербургского политехнического университета, к.т.н. Суфиярова В.Ш. представлены результаты работы по изготовлению эндопротеза тазобедренного сустава из порошка титанового сплава на установке селективного лазерного спекания, включая подробное описание промежуточных этапов, включающих компьютерную томографию пациента, изготовление полимерной физической модели костей таза пациента, компьютерное проектирование эндопротеза сустава, изготовление эндопротеза из титанового сплава. Работа была завершена специалистами Института травматологии и ортопедии успешной операцией по установке эндопротеза пациенту.

Представленные секционные доклады на конференции можно условно разделить на три основные группы: аддитивные технологические процессы; моделирование, конструирование и свойства аддитивных объектов; расходные материалы для аддитивных технологий.

В докладе «Электронно-лучевые аддитивные технологии» начальник Центра электронно-лучевых технологий и физики плазмы Физико-технического института НАН Беларуси, д.т.н. Поболь И.Л. рассказал о накопленном в институте опыте применения метода электронно-лучевого нагрева в инженерии поверхности различных материалов. В частности, выполнено теоретическое и экспериментальное моделирование методов послойного наращивания различных материалов на основу из сталей и титановых сплавов с целью повышения прочности сцепления и плотности покрытий, что обуславливает увеличение износо-, жаростойкости и других характеристик созданных изделий.

Заведующий лабораторией ИТМО, к.т.н. Филатов С.А. представил доклад «Аддитивные технологии: бионический дизайн», который посвящен одной из тенденций современного аддитивного производства: использованию принципов бионического дизайна и методов топологической оптимизации, дополняющих средства автоматизации инженерных расчётов. Такой подход обеспечивает значительное снижение веса объекта при сохранении или увеличении исходной прочности изделия (из сплошного материала), что наиболее актуально в авиастроении, проектировании космических аппаратов, микроэлектронике, точном машиностроении, реконструктивной медицине. При этом может быть решена задача снижения стоимости изделия, изготавливаемого из редкоземельных материалов и сложных сплавов. В частности, автор доклада подробно остановился на выполняемой в институте работе, в которой использованы принципы бионического дизайна при разработке конструкции малоразмерного беспилотного летательного аппарата.

В докладе «Реверсивные технологии на базе 3D рентгеновской томографии для аддитивной концепции» заведующий лабораторией Института прикладной физики НАН Беларуси, профессор Венгринович В.Л. представил возможности разработанной малоразмерной и малопроекционной рентгеновской томографии, позволяющей с высокой скоростью получать трехмерные изображения объекта. Томографическая визуализация объектов призвана полностью замкнуть технологическую цепочку производства изделий, их восстановления и предсказания ресурса. Также виртуальная «обработка» изделий в процессе их производства направлена на полную автоматизацию контрольных операций, доля которых, например, в современном машиностроении составляет до 40%.

Заведующий сектором Института механики металлополимерных систем им. В.А. Белого, к.т.н. Шилько С.В. представил доклад «Применение двухуровневого прочностного анализа при подготовке САД-моделей для 3D-печати градиентных материалов». Доклад посвящен оценке применимости аналитических и численных методов механики для подготовки САД-модели элементов трибосопряжений, реализация которой методом 3D-печати обеспечивает получение заданных распределений градиента модуля упругости материала по глубине и компонент напряженно-деформированного состояния в объеме и на поверхности контакта де-

талей сопряжения. На примере подшипника с подпятником из градиентного материала показаны возможности метода двухуровневого прочностного анализа, позволяющие создавать САД-модели для 3D-печати слоистых элементов конструкций из градиентных материалов, оптимизированных с точки зрения распределения механических свойств материала.

С докладом «Влияние параметров FDM-печати на механические свойства изделий на основе полилактида» выступил профессор Западно-поморского технологического университета Тартаковский З. (Щецин, Польша). В докладе проанализировано влияние скорости, температуры печати и степени заполнения трехмерных моделей на основе полилактида на их прочность при растяжении, ударную вязкость, твердость и диэлектрическую прочность.

Заведующий кафедрой механики материалов и конструкций Белорусского государственного технологического университета к.т.н. Спиглазов А.В. в своем докладе «Организация учебного процесса и особенности подготовки специалистов в области трехмерных технологий» отметил, что большинство крупных предприятий Беларуси в ближайшее время может столкнуться с необходимостью внедрения и использования 3D-технологий моделирования и прототипирования, поэтому станет актуальным вопрос обеспечения предприятий квалифицированными специалистами. В этом году на кафедре механики материалов и конструкций открылась новая специальность «Производство изделий на основе трехмерных технологий» и проводился набор студентов.

Во время работы конференции была организована выставка, на которой представлялись натурные образцы перспективных расходных материалов для 3D-технологий, образцы новых многослойных конструкций и изделий. Особый интерес вызвал представленный на выставке экспериментальный образец FDM-принтера, изготовленный участником конкурса «100 идей для Беларуси» П. Кизиком.

На заключительном пленарном заседании было отмечено, что конференция позволила подвести первые итоги работы и наметить пути дальнейшего развития аддитивных технологий в нашей стране, способствовала обогащению новой информацией, новыми творческими и дружескими связями. Полные тексты докладов участников конференции представлены в сборнике материалов, электронная версия которого помещена на веб-сайте НИЦПР ИТМО НАН Беларуси и доступна для скачивания по ссылке <http://resource-nanb.grodno.by>.



Кравцевич А.В.

*Председатель организационного комитета конференции,
директор Гродненского филиала «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения»
ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси», к.т.н.*

VI ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФИЗИКОХИМИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ»

В г. Иваново с 03 по 07 октября 2016 г. проходила очередная VI Всероссийская конференция (с международным участием) «Физикохимия процессов переработки полимеров». Организаторами конференции являлись: Федеральное агентство научных организаций, Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, Российская академия наук, Московский технологический университет (Институт тонких химических технологий), Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Ивановский государственный химико-технологический университет, АО «НИИПМ» (г. Пермь), ООО «Стандартпласт» (г. Иваново), ООО НПП «Технофильтр» (г. Владимир).

К глубочайшему сожалению членов оргкомитета и всех участников, конференция прошла без основателя, бывшего у ее истоков председателем, а затем президентом – Валерия Николаевича Кулезнева, который ушел из жизни в период ее подготовки.

В состав оргкомитета входили: Чалых А.Е. (председатель), Почивалов К.В. (зам. председателя), академик РАН Бузник В.М., член-корреспондент РАН Койфман О.И., профессора Берштейн В.А., Бирштейн Т.М., Бурмистров В.А., Вшивков С.А., Герасимов В.К., Ельяшевич Г.К., Захаров А.Г., Киселев М.Г., Кудрявцев Я.В., Лысенко А.А., Мизеровский Л.Н., Морозов Ю.Л., Симонов-Емельянов И.Д., Хозин В.Г.

По тематике конференция была разделена на три секции:

- 1 – термодинамика растворов и смесей полимеров;
- 2 – структура и свойства полимеров и композитов на их основе;
- 3 – физическая и химическая модификация полимеров и композитов на их основе.

В работе Конференции приняли участие 179 ученых из научных центров, академических, отраслевых институтов и вузов Москвы, Санкт-Петербурга, Иванова, Казани, Владимира, Набережных Челнов, Екатеринбурга, Салавата, Перми, Ярославля, Саратова, Архангельска, а также стран ближнего (Беларусь, Украина, Азербайджан) и дальнего (Германия, Сербия) зарубежья.

В рамках конференции проходила III Всероссийская школа молодых ученых, в которой приняли участие научные сотрудники в возрасте до 30 лет, аспиранты и студенты. Для этой категории участников были прочитаны обзорные лекции.

В ходе конференции проведены 4 пленарных заседания, на которых с 16-ю докладами и лекциями выступили ведущие ученые в области физикохимии, материаловедения полимеров и процессов их переработки. Тематика пленарных докладов касалась:

- использования фторсодержащих материалов для получения изделий, эксплуатируемых в Арктике (акад. Бузник В.М., Москва);
- компьютерного моделирования методом молекулярной динамики полимеров, наполненных углеродными наночастицами (проф. Люлин С.В., Санкт-Петербург);
- диэлектрической спектроскопии как универсального метода в химии растворов полимеров (проф. Бухнер Р., Регенсбург, Германия);
- обсуждения возможности использования метода ДСК для построения диаграмм состояния полимерных систем (проф. Почивалов К.В., Иваново);
- структуры и свойств субнано- и нанокомпозитов на основе полициануратов и кремнезема (проф. Берштейн В.А., Санкт-Петербург);
- термического фракционирования полимеров (проф. Кудрявцев Я.В., Москва);
- модифицирования синтетических волокнистых материалов (проф. Пророкова Н.П., Иваново);
- классификации переходных зон в полимерных адгезионных соединениях (доц. Щербина А.А., Москва).

В обзорных лекциях шла речь:

- о механизме диффузии и особенностях реологических свойств растворов и расплавов полимеров (проф. Чалых А.Е., Москва);
- о структуре и термодинамике полимерных щеток при их деформировании (проф. Бирштейн Т.М., Санкт-Петербург);
- о получении, свойствах и вторичной переработке микроячеистых полиуретанов (проф. Морозов Ю.Л.);
- о новых адгезионных материалах из смесей сополимеров этилена с винилацетатом с алкоксисиланом (проф. Стоянов О.В., Казань);
- о роли растворителей при получении полиимидов (проф. Сазанов Ю.Н., Санкт-Петербург).

Всего на конференции было заслушано 35 устных секционных докладов, 8 из которых сделаны молодыми учеными. Подавляющее большинство из устных сообщений было посвящено изучению термодинамических аспектов полимерных систем, исследованию структуры и свойств композитов, химической и структурной модификации полимеров и новым подходам к созданию композиционных материалов. К наиболее интересным по существу и по форме можно отнести сообщения:

- Симонова – Емельянова И.Д.: «Гетерогенность и построение дисперсно-наполненных полимерных композиционных материалов с регулируемыми свойствами» (г. Москва);
- Котомина С.В. и др.: «Механотропный механизм электроформования микроволокон» (г. Мытищи);
- Шшивкова С.А. и др.: «Влияние магнитного поля на структуру и реологические свойства систем эфир целлюлозы – растворитель» (г. Екатеринбург);
- Адерики В.Н. и др.: «Особенности технологии, структуры и свойств нанокompозитов на основе гетероцепных термопластов и наноглин» (г. Гомель);
- Ельяшевич Г.К. и др.: «Электроактивные гидрогели на основе сшитых полиакрилатов и проводящих полимеров» (г. Санкт-Петербург);
- Панова Ю.Т. и др.: Модификация полимерных микрофильтрационных мембран (г. Владимир);
- Малинкиной О.Н. и др.: «Кинетические особенности формирования гидрогелевых хитозансодержащих материалов» (г. Саратов);
- Городнева И.О. и др.: «Изучение кинетики пластификации нитратов целлюлозы, полученных из альтернативного целлюлозосодержащего сырья» (г. Пермь);

Все 8 сообщений, сделанных молодыми учеными, отличались лаконичностью и четкостью изложения материалов.

Тематика сообщений касалась практически всех научных направлений конференции.

Практически все устные сообщения (пленарные и секционные) вызвали много вопросов и сопровождались дискуссиями.

На стендовой сессии было представлено 52 постера. 17 постеров представлено студентами, аспирантами и молодыми учеными.

По итогам проведенного конкурса созданной из членов оргкомитета комиссией были определены лучшие «молодежные» доклады, а сделавшим их докладчикам были вручены дипломы и ценные подарки.

Кроме этого, все молодые ученые, присутствующие на конференции, получили грамоты за активное участие в ее работе.

Конференция также предполагала заочное участие. По такой форме было представлено 52 доклада.

Все представленные на конференции материалы опубликованы в сборнике трудов «Физикохимия процессов переработки полимеров», размещенном в РИНЦ. Там же опубликованы рекламные материалы, представленные спонсорами.

В ходе конференции директором ООО «Стандартпласт» Воскуном М.Д. была прочитана в демонстрационном зале предприятия обзорная лекция о выпускаемой им продукции с ее демонстрацией.

В последний день работы Конференции состоялась общая дискуссия, в которой приняли участие Чалых А.Е., Мизеровский Л.Н., Симонов – Емельянов И.Г., Бириштейн Т.М., Ельяшевич Г.К., Почивалов К.В., Берштейн В.А.

Предметом дискуссии были два пленарных доклада Чалых А.Е. и Почивалова К.В., а также обсуждались место и роль конференции «Физикохимия процессов переработки полимеров».

В ходе обсуждения последнего вопроса подчеркивались две особенности конференции: тематика конференции должна быть направлена на решение технологических задач через понимание физико-химической сути протекающих процессов и создание условий, максимально способствующих участию в работе молодых ученых, аспирантов и студентов.

Оргкомитет приглашает всех читателей принять участие в работе VII конференции и IV школы молодых ученых, которые планируется провести в 2019 г.

К.В. Почивалов¹⁺, Я.В. Кудрявцев²

¹Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, ул. Академическая, 1, 153045, Иваново, Россия

²Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук, Ленинский пр., 29, 119991 Москва, Россия

**IV РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«НОВЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»**

В соответствии с Постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 03.12.2015 № 523 в Институте механики металлополимерных систем им. В.А. Белого 10–11 ноября 2016 г. прошла IV Республиканская научно-техническая конференция молодых ученых «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования».

Работе секций предшествовали 2 пленарных доклада, подготовленные признанными специалистами в своих научных сферах. Конференция включала три секционных заседания: «Технологии получения и переработки новых материалов (наноматериалы, полимерные композиты, покрытия и др.)», «Современные методы исследования и моделирования функциональных свойств материалов», «Трибология, физика, химия и механика поверхности».

Было заявлено более 40 секционных докладов, посвященных современным технологиям получения и переработки различных материалов – на основе полимеров, металлов, керамики, композиционных материалов, обладающих особыми свойствами (негорючесть, химическая стойкость, звукоизолирующие, оптические и антифрикционные свойства и др.), которые и обеспечивают специфику их применения; рассматривались современные методы исследования материалов, в том числе с применением математического и компьютерного моделирования.

В секционных заседаниях приняли участие молодые ученые, специалисты, аспиранты научных учреждений и учреждений образования из разных городов Беларуси и России – Гомеля (ГГУ им. Ф. Скорины, БелГУТ, ГГТУ им П.О. Сухого, ИММС НАН Беларуси), Минска (БГУИР, ИХНМ НАН Беларуси, БГТУ, ФТИ НАН Беларуси, ИФОХ НАН Беларуси, БГУ), Витебска (ВГТУ), Гродно (ГГУ им Я. Купалы), Саратова (СГУ им. Н.Г. Чернышевского).

По результатам конференции издан сборник тезисов, в который вошли материалы докладов, представленных на конференции и отражающих последние достижения молодых ученых, посвященных актуальным проблемам материаловедения, физики, современным технологиям переработки новых материалов и композитов, применению новых методов исследования функциональных свойств.

Электронная версия сборника тезисов докладов размещена на сайте конференции по ссылке <http://mpri.org.by/izdaniya/tezisy-dokladov.html> и доступна скачивания и цитирования на сайте e-library.ru.

*Председатель СМУ ИММС НАН Беларуси
Шевченко В.В.*