

УДК 621:006; 004.9;621:004; 025.31.4:(084+086); 002.6:004.89

## Лаборатория автоматизации процессов проектирования

**Муха Наталия Петровна**

*научный сотрудник отдела научно-методического обеспечения цифрового развития  
E-mail: mnp27@mail.ru*

**Губич Лилия Васильевна**

*заведующий лабораторией автоматизации процессов проектирования,  
кандидат технических наук, доцент*

Лаборатория автоматизации процессов проектирования вела свою деятельность с 2003 по 2024 г. Она была основана при реорганизации Института технической кибернетики АН Беларуси в ОИПИ НАН Беларуси путем слияния НИО «Кибернетика» и НИРУП «Системы автоматизации». В период начала деятельности лаборатории под руководством Губич Лилии Васильевны, кандидата технических наук, профессора, в ней работали шесть научных сотрудников: Д. Л. Васильев, Н. П. Муха, А. А. Прохорова, Н. И. Петкевич, И. Г. Биох, И. И. Шибут.

**Научные направления деятельности лаборатории.** За годы существования лаборатории ее сотрудники работали по следующим направлениям:

- исследования и разработка технологии сквозного компьютерного проектирования и производства новой продукции на предприятиях Республики Беларусь;
- разработка методов и алгоритмов для создания специализированного программного обеспечения автоматизированного проектирования оснастки (пресс-форм, штампов, приспособлений);
- анализ предметной области и запуск новых изделий в производство совместно с предприятиями в среде CAD/CAM/CAE-систем;
- создание и внедрение интегрированных информационных систем и технологий поддержки жизненного цикла продукции (CAL S-ERP-технологий);
- подготовка специалистов для работы с CAD/CAM/CAE-системами;
- создание и внедрение цифровых технологий «умный город»;
- разработка методов, алгоритмов, архитектуры и технологии цифровизации историко-культурной информации.

В ходе научной деятельности был также проведен ряд фундаментальных и прикладных исследований и разработаны:

- концептуальные, математические, информационные и процедурные модели, обеспечивающие возможность организации интеллектуальных управляемых автоматизированных процессов проектирования;
- методы функционального, структурного и информационного описания машиностроительных конструкций, позволяющие осуществлять анализ их предметной области и синтез в среде интеллектуальных прикладных программных комплексов;
- принципы и методы унификации представления знаний и сведений в области конструирования машиностроительных объектов и среды их проектирования;
- основы методологии перехода к сквозным компьютерным технологиям проектирования и производства с учетом специфики отечественных предприятий, создания и освоения на предприятиях машиностроения интегрированных информационных систем и технологий поддержки жизненного цикла продукции (CAL S-ERP-технологий);
- методы и научно-практические подходы к цифровой трансформации управления сферами жизнедеятельности и обеспечения устойчивого развития малых городов;
- методы, алгоритмы, архитектура и технологии цифровизации историко-культурной информации.

Практическая деятельность лаборатории была направлена на создание новых эффективных решений в автоматизации и их внедрение в различные сферы жизнедеятельности.

**Основные результаты.** Программно-методический комплекс проектирования пресс-форм для литья изделий из термопластов «Форлит» разрабатывался в 1990-е гг. и был внедрен на ряде белорусских и российских предприятий (МТЗ, МАЗ, Коммунамаш). Он обеспечивал автоматизацию следующих проектных задач: расчет вставок; расчет и размещение знаков и толкателей; расчет выбранной схемы размещением гнезд; определение пакета плит и проверку его размещения на выбранном термопластавтомате; расчет функциональных систем пресс-формы: литниковой, охлаждения, удаления изделия, центрирования, фиксации на основе типизированных конструктивных элементов, состав которых настраивается по стандартам предприятия; размещение в плане элементов удаления, центрирования и фиксации; изображение фрагмента конструкции пресс-формы для выбранного проектного решения на данном шаге проектирования с обеспечением возврата на предыдущие этапы для достижения оптимального результата; генерацию чертежей деталей пресс-формы, сборочного чертежа и спецификации [1].

В течение 2001–2005 гг. лаборатория принимала участие в реализации:

– отраслевой научно-технической программы «Компьютерные технологии проектирования и производства новой продукции», которая выполнялась по заказу Министерства промышленности Республики Беларусь;

– НТП «Информационные технологии», задание 4-05 «Разработать и внедрить компьютерную технологию управления документооборотом при проектировании радиоэлектронных устройств в условиях мелкосерийного производства»;

– ГКПНИ «ИНФОТЕХ», задание 10 «Разработка методических положений электронного документооборота при конструировании, технологической подготовке, управлении производством и сбытом продукции в тракторостроении»;

– ГПНИ «Информатика и космос», задание 1.3.01 «Разработка концепций, методов, моделей и алгоритмов для реализации информационных технологий поддержки жизненного цикла продукции и электронного управления ресурсами в условиях отечественных предприятий».

Полученные фундаментальные и прикладные результаты в области освоения интегрированных информационных систем и технологий нашли применение при выполнении заданий ГНТП «CALS-технологии» (2005–2010 гг.) и «CALS-ERP-технологии» (2011–2015 гг.).

В 2005–2010 гг. шло выполнение Государственной научно-технической программы «Разработать и внедрить в промышленности технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции» (ГНТП «CALS-технологии»), задание «Разработать и внедрить базовые компоненты информационной технологии поддержки жизненного цикла продукции в областях конструирования, технологической подготовки производства, управления, сбыта и эксплуатации тракторной техники» (первая очередь – 2005–2008 гг., вторая очередь – 2009–2010 гг.). В рамках реализации программы были разработаны и внедрены сквозная компьютерная технология проектирования и производства корпусов аудио-, видеотехники с использованием принципов CALS-технологий и сквозная компьютерная технология ускоренного запуска в производство деталей из полимеров в авто- и тракторостроении (рис. 1).

В 2011 г. по поручению Межведомственной комиссии по координации работы республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных правительству Республики Беларусь, по вопросам создания и внедрения современных интегрированных информационных систем и технологий лабораторией была разработана методика оценки уровня информатизации и проведен мониторинг освоения современных интегрированных информационных систем и технологий на промышленных предприятиях Республики Беларусь (рис. 2).

По результатам анализа были представлены аналитический доклад «О разработке мер, направленных на повышение эффективности создания и внедрения современных интегрированных информационных систем и технологий в промышленном секторе экономики (на основе опыта выполнения ГНТП «CALS-технологии» в 2006–2010 гг.)» и концепция ГНТП «CALS-ERP-технологии» для предприятий Минпрома, которые были направлены в Совет Министров Республики Беларусь и профильные министерства.

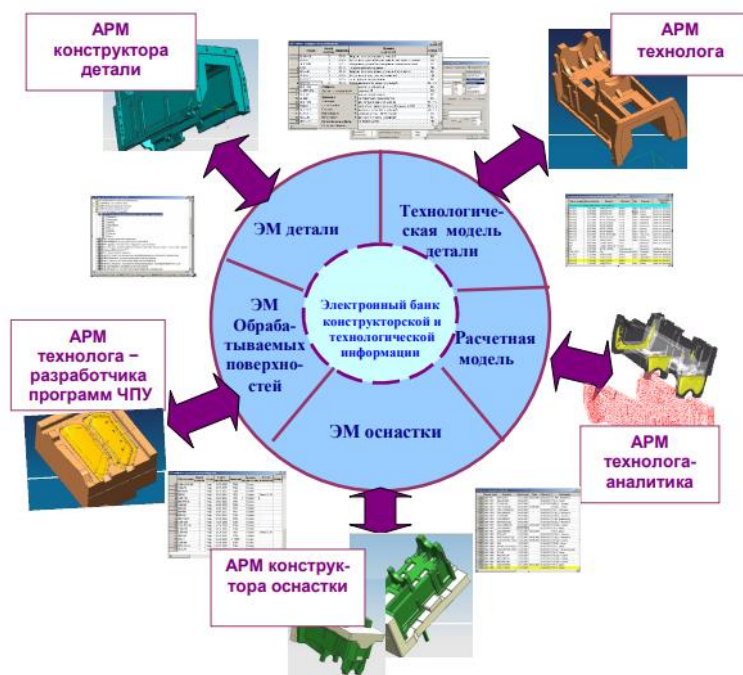


Рис. 1. Сквозная компьютерная технология ускоренного запуска в производство деталей трактора из полимеров

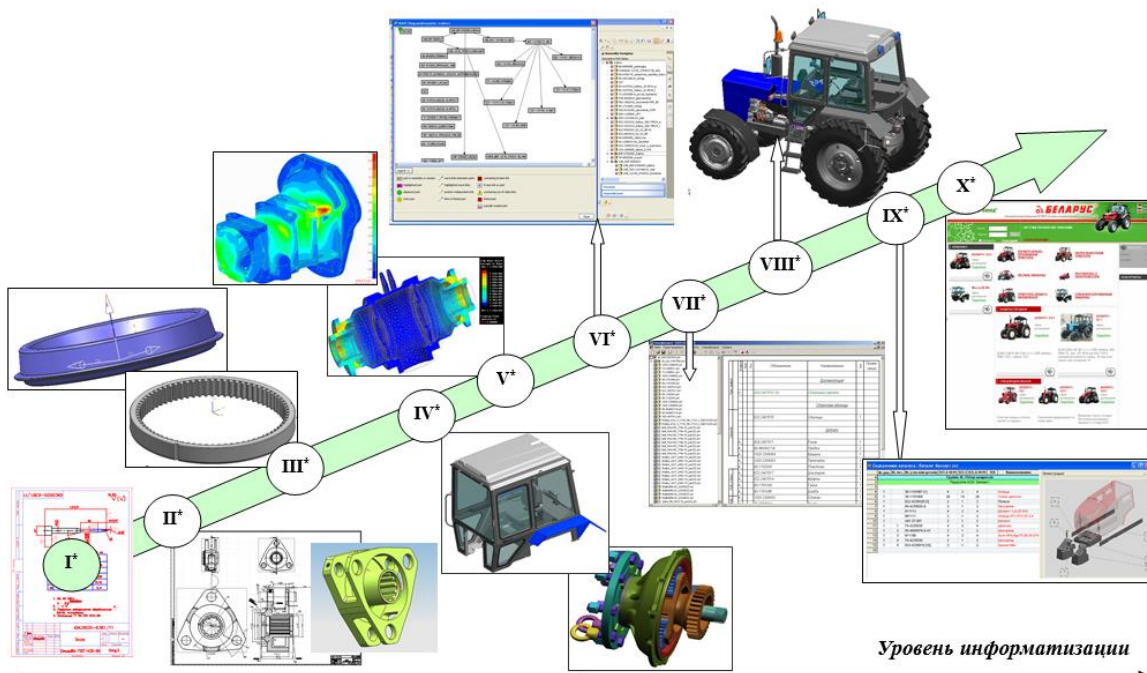


Рис. 2. Линейная шкала оценки уровня информатизации на этапе конструирования

Совет Министров Республики Беларусь утвердил Государственную научно-техническую программу «Электронное управление ресурсами предприятия» (ГНТП «CALS-ERP-технологии», 2011–2015 гг., освоение 2016–2018 гг.), где ОИПИ НАН Беларуси являлся головной организацией-исполнителем. Организационное и научно-методическое сопровождение выполнялось лабораторией автоматизации процессов проектирования, лаборатория также участвовала в выполнении заданий.

Всего было выполнено 16 заданий программы, в том числе в части НИОК(Т)Р – 14 заданий, по которым ответственными исполнителями и потребителями разработанных информационных технологий в виде комплексов методических, информационных и программных средств выступали промышленные предприятия. В целом в реализации ГНТП «CALS-ERP-технологии» приняли участие девять организаций: ОАО «АМКОДОР» (задание 01.01), ООО «Промпривод» (задание 01.02), ОАО «УКХ «ММЗ» (задание 02.01), ОАО «Бобруйский машиностроительный завод» (задание 02.02, задание 8.20), ОАО «КБТЭМ-ОМО» (задание 03.01), ОАО «АГАТ-СИСТЕМ» (задание 03.02), НИУП «ИЦТ ГОРИЗОНТ» (задание 04.02), ОАО «Витязь» (задание 06.02, задание 8.30), ОАО «ИНТЕГРАЛ» (задание 06.03, задание 8.50).

Количество созданных объектов новой техники по видам:

системы, комплексы, АСУ, АБД, САПР – 116;

освоенные в производстве разработки – 10;

созданные (модернизированные) производства – 10.

Разработанные по перечисленным выше заданиям информационные технологии сыграли существенную роль в создании, запуске в производство, изготовлении высокотехнологичной инновационной экспортоориентированной продукции (рис. 3), включая:

– погрузчики «АМКОДОР» с телескопическими стрелами с изменяемым вылетом (двухсекционная, трехсекционная и четырехсекционная стрелы);

– новые типы энергетических машин – паровых и газовых турбин (турбодетандеров) малой мощности для использования потенциала пара (природного газа), дросселируемого в редукционных установках на котельных и газораспределительных пунктах (ООО «Промпривод»);

– новые исполнения высокотехнологичных видов дизельных двигателей уровня токсичности выхлопных газов Евро4, Stage 3B, а также новую номенклатуру продукции по алюминиевому литью на ОАО «УКХ «ММЗ»;

– промышленные насосы на базе усовершенствования технологии изготовления отливок с минимальным браком литья на ОАО «Бобруйский машиностроительный завод»;

– средства радиосвязи и управления специального назначения (ОАО «АГАТ-СИСТЕМ»);

– изделия радиоэлектроники различного назначения НИУП «ИЦТ ГОРИЗОНТ»;

– новые телевизионные приемники LCD размером 19”, 26”, 32”, 37”, товары бытового назначения: DVD-плееры, СВЧ-печи и т. д. (ОАО «Витязь»);

– новые виды высокопроизводительного оборудования для электронной промышленности (ОАО «КБТЭМ-ОМО»);

– изделия электронной техники и микроэлектроники, включая различные полупроводниковые приборы, интегральные микросхемы, фотошаблоны, ЖК-индикаторы (ОАО «ИНТЕГРАЛ»).

Выполнение заданий ГНТП «CALS-ERP-технологии» позволило сформировать отечественные импортозамещающие практики освоения интегрированных информационных систем и технологий. В ходе программы разработаны: типовая схема реализации ИТ-проектов и методические рекомендации выполнения работ на каждом этапе ИТ-проекта; методика оценки уровня информатизации предприятия и система показателей развития ИТ, отражающих специфику и историю развития отечественных ИТ; методика оценки экономической эффективности освоения интегрированных информационных систем и технологий.



По данной тематике был проведен ряд информационно-обучающих семинаров для специалистов промышленности. Результаты работы за 2011–2020 гг. представлены на конференциях и опубликованы в 33 научных работах. В том числе подготовлено и опубликовано пять монографий и методических рекомендаций [2–14], которые используются различными специалистами в промышленности, в обучающем процессе в вузах Беларуси, России и стран СНГ.

Еще одним направлением деятельности лаборатории стал «умный город». Концепция «Кричев – малый умный город. Кричевский район. Развиваемся вместе» была разработана в рамках задания 1.3.03 (ИК 303) «Модели, методы, алгоритмы и экспериментальные образцы наукоемких компонентов информационных систем поддержки процессов управления, планирования, проектирования и инженерного анализа для сложных технических и экономических объектов»



ГПНИ «Информатика, космос и безопасность» на 2016–2018 гг., подпрограмма 1 «Информатика и космические исследования». Данная концепция составила основу «Типовой концепции развития "умных городов" в Республике Беларусь», разработанной Министерством связи и информатизации в 2019 г. [15, 17, 18].

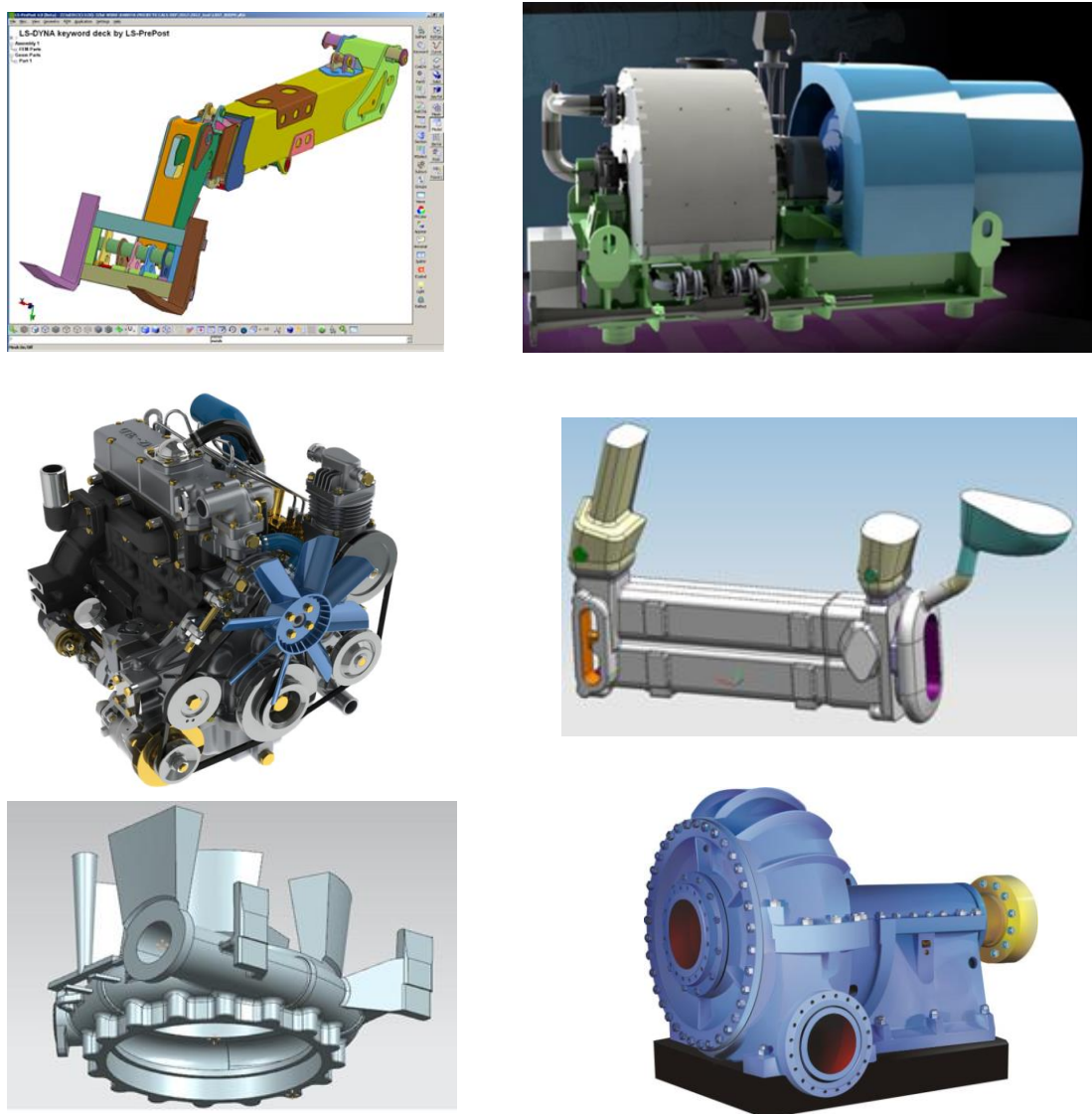


Рис. 3. Образцы инновационной продукции, разработанной в ходе реализации ГНТП «CALS-ERP-технологии»

В 2018–2020 гг. лабораторией был реализован проект «Разработать методические основы и инструментальные средства интеграции результатов историко-культурных научных исследований, инновационных ИТ и практической деятельности музейных, туристических и общественных организаций на примере создания Международного цифрового центра наследия М. К. Огинского», финансируемый за счет средств республиканского централизованного инновационного фонда.

Цифровой центр Михала Клеофаса Огинского, созданный на основе инновационных ИТ обеспечивает доступ и передачу в цифровой форме информации об историко-культурном наследии М. К. Огинского, его вкладе в музыкальное искусство, информации о наиболее важных исторических процессах и социальных явлениях того времени. Цифровой центр состоит из веб-сайта, где представлены историко-культурные данные об эпохе, биографии и наследии этого деятеля (<https://ahinski.ssrlab.by/>), комплекта презентаций для автономного представления

событий эпохи и биографии М. К. Огинского в музеях, библиотеках, учреждениях образования и методических рекомендаций по сопровождению и развитию цифрового центра М. К. Огинского (рис. 4).

Дальнейшее развитие проект получил в рамках задания «Методы, алгоритмы, архитектура и технологии цифровизации историко-культурной информации», Государственная программа научных исследований «Цифровые и космические технологии, безопасность человека, общества и государства» (ГПНИ «ЦКТБ») на 2021–2025 гг., подпрограмма «Цифровые технологии и космическая информатика», мероприятие 1.2. Цифровая платформа «умного города» и региона.

Разработанные макеты для представления биографических сведений М. К. Огинского (рис. 4) используются в качестве научно-вспомогательного материала, несущего дополнительную информацию для отдельных экспонатов. Они содержат QR-коды со ссылками для перехода на сайт цифрового центра М. К. Огинского, где размещена информация об этапах жизни деятеля. Наряду со сведениями из биографии М. К. Огинского на определенном отрезке времени его жизни можно ознакомиться с событиями, происходившими в то же время в геополитике, экономике, науке, культуре и обществе в странах, с которыми он был чем-то связан. Данная технология была внедрена в экспозиционной деятельности ГИКУ «Музей-усадьба М. К. Огинского» в Залесье (Сморгонский р-н, Гродненская обл.).



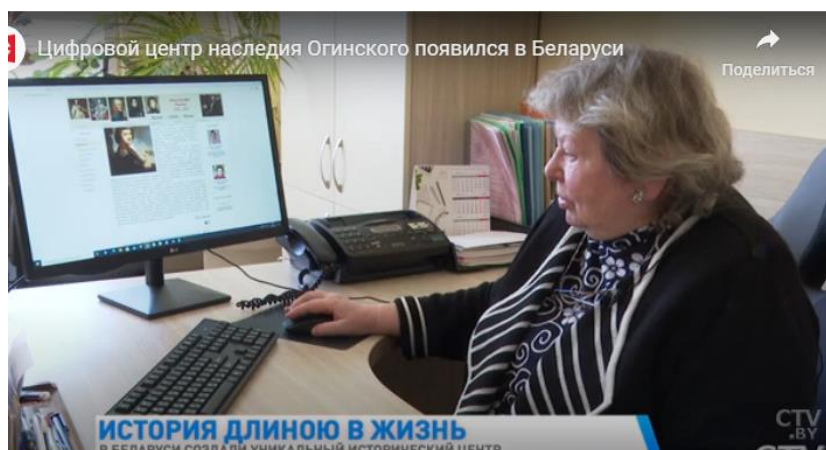
Женский состав лаборатории, 2008 г. Слева направо: Л. В. Губич, Н. П. Муха, И. И. Шибут, А. В. Алдошина, Н. И. Петкевич, В. Г. Сергеева



Состав лаборатории, выполнявший ГНТП «CALS-ERP-технологии». Слева: Р. А. Воейкова, Н. И. Петкевич, Л. В. Губич, В. Г. Сергеева, справа: Н. П. Муха, Д. Свичкарев, А. В. Алдошина, И. И. Шибут



Сотрудники лаборатории за работой. Слева: Р. А. Воейкова, Н. И. Петкевич, А. А. Прохорова, справа: Д. Л. Васильев, В. Г. Сергеева



Автор идеи цифрового центра и научный руководитель проекта Л. В. Губич дает интервью Столичному телевидению

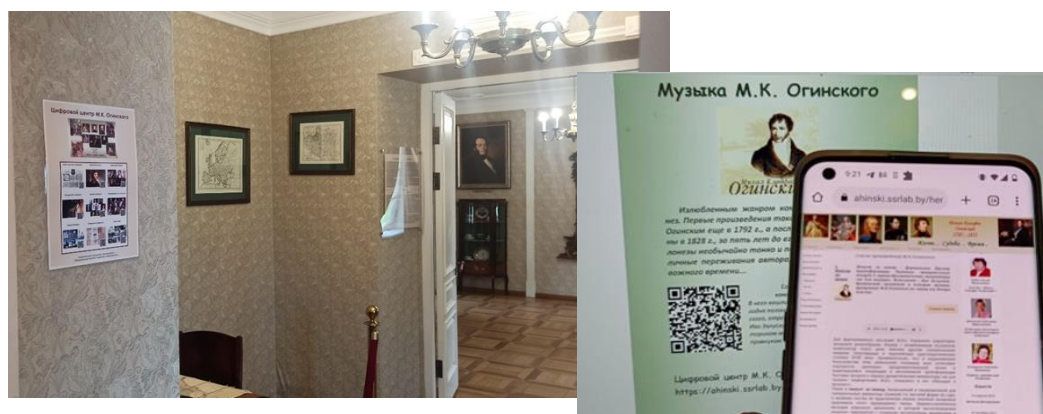


Рис. 4. Размещение макета музейного экспоната с QR-кодами для перехода на сайт цифрового центра М. К. Огинского в ГИКУ «Музей-усадьба М. К. Огинского» в Залесье

Цифровой центр М. К. Огинского как в целом, так и по отдельным разделам может стать источником для увеличения числа музейных предметов и их информационного поля в соответствии с профилем работы музея. Подготовка научно-информационных материалов для фонда



музея на базе подобного центра может существенно расширить номенклатуру музейных предметов, повысить их информативность, облегчить поиск информации по исторической тематике, представленной в центре. Для освоения цифрового центра М. К. Огинского права на использование результатов научной и научно-технической деятельности переданы в 14 организаций, из них 10 музеев различного профиля.

По тематике применения ИТ для решения задач цифровизации историко-культурной информации было опубликовано 17 работ (в том числе монография, шесть статей, 10 тезисов докладов); принято участие в семи международных конференциях, четырех международных и шести республиканских выставках [8, 16]. Проведено пять семинаров с такими учреждениями, как Центральная научная библиотека им. Я. Коласа НАН Беларуси, Президентская библиотека Республики Беларусь, Молодеченский государственный музыкальный колледж им. М. К. Огинского, Национальное агентство по туризму, Литературно-мемориальный музей Якуба Коласа.

Лаборатория автоматизации процессов проектирования внесла большой вклад в развитие науки по различным направлениям фундаментальных и прикладных исследований, решая сложнейшие теоретические и практические задачи в области машиностроения, информатики, робототехники и др. Деятельность лаборатории была направлена на создание и внедрение передовых информационных технологий во многие сферы жизнедеятельности общества.

### Публикации

1. Губич, Л. В. Автоматизация процессов проектирования в машиностроении / Л. В. Губич. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2002. – 308 с.
2. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения. Состояние. Проблемы. Решения / Л. В. Губич, Д. Л. Васильев, И. В. Емельянович [и др.]. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2009. – 300 с.
3. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения. Проблемы и решения / Л. В. Губич, И. В. Емельянович, Н. И. Петкевич [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 286 с.
4. Внедрение на промышленных предприятиях информационных технологий поддержки жизненного цикла продукции : метод. рекомендации / Л. В. Губич, М. Я. Ковалев, И. В. Емельянович [и др.]. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2011. – 142 с.
5. Внедрение на промышленных предприятиях информационных технологий поддержки жизненного цикла продукции : методические рекомендации / Л. В. Губич, М. Я. Ковалев, Н. И. Петкевич [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 189 с.
6. Стандартизация процессов информатизации предприятия : метод. рекомендации / Л. В. Губич, Н. П. Муха, А. В. Алдошина [и др.]. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2015. – 268 с.
7. Интегрированные информационные системы и технологии в промышленности / Л. В. Губич, Н. П. Муха, Г. П. Матюшенко, А. В. Заблоцкий. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2018. – 174 с.
8. Губич, Л. В. Научно-методические подходы и инструментальные средства для создания цифровых центров истории и культуры / Л. В. Губич, Н. П. Муха, Э. В. Протасеня. – Минск : Беларус. навука, 2023. – 162 с.
9. Информационные технологии на службе Минского тракторного завода / Л. В. Губич, Д. Л. Васильев, И. В. Емельянович [и др.] // Техника, экономика, организация. – 2009. – № 2. – С. 8–13.
10. Стандартизация и информатизация – инструменты модернизации предприятия / Л. В. Губич, М. Ковалев, Н. П. Муха [и др.] // Наука и инновации. – 2014. – № 7. – С. 34–37.
11. Стандартизация и информатизация – инструменты модернизации предприятия / Л. В. Губич, М. Ковалев, Н. П. Муха [и др.] // Наука и инновации. – 2014. – № 8. – С. 39–42.
12. Нормативно-правовые основы для реализации проектов по освоению информационных технологий в промышленности / Л. В. Губич, М. Я. Ковалев, Н. П. Муха, Г. П. Матюшенко // Информатика. – 2016. – № 2(50). – С. 88–103.
13. Губич, Л. В. Цифровая трансформация в промышленности / Л. В. Губич, Н. П. Муха // Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология : сб. статей / Национальная академия наук Беларуси, Объединенный институт проблем информатики ; редкол.: А. В. Тузиков (председатель) [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2020. – С. 171–178.
14. Муха, Н. П. CALS-ERP технологии и Индустрия 4.0 / Н. П. Муха // Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология : сб. статей / Национальная академия наук Беларуси, Объединенный



институт проблем информатики ; редкол.: А. В. Тузиков (председатель) [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2020. – С. 102–108.

15. Кругликов, С. В. Цифровой регион / С. В. Кругликов, Г. П. Матюшенко // Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология : сб. статей / Национальная академия наук Беларуси, Объединенный институт проблем информатики ; редкол.: А. В. Тузиков (председатель) [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2020. – С. 213–223.

16. Муха, Н. П. Возможности цифрового центра М. К. Огинского для развития исторического туризма в Беларуси / Н. П. Муха // Перспективы развития туризма в современных условиях: мировые тенденции и региональные контексты : материалы Первой Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 28 сент. 2021 г. – Минск : А. Н. Варкасин, 2021. – С. 312–320.

17. Губич, Л. В. Стратегический подход к внедрению цифровых инноваций «smart city» в регионах Беларуси / Л. В. Губич, Г. П. Матюшенко // Inter Regional Innovations. – 2021. – № 1. – С. 28–33.

18. Кругликов, С. Модель управления проектом «Умный город» в Беларуси / С. Кругликов, Г. Матюшенко, Н. Муха // Наука и инновации. – 2022. – № 11. – С. 58–64.