

культурного шока, языкового барьера, поиска социальной поддержки и формирование учебной мотивации.

Использование туркменского орнамента «гёль» в лабораторном практикуме по компьютерной графике является методически обоснованным приемом. Он выступает как когнитивный мост, связывающий известное (культурный паттерн) с неизвестным (инструментарий графического редактора); мотивационный якорь, повышающий вовлеченность и снижающий стресс у студентов в процессе изучения компьютерной графики; структурная основа для построения системы заданий, полностью соответствующей логике изучаемого программного обеспечения.

Практически апробирована рабочая модель использования ГИИ для адаптации учебных материалов, доказавшая свою операционную эффективность.

1. Куликова, О. В. Особенности мотивации учения иностранных студентов / О. В. Куликова // Вестник Поморского государственного университета. Сер. Гуманитарные и социальные науки. – Архангельск, 2008. – № 9. – С. 123–126.

2. Ходжанепесов, К. А. Инновационные методы и информационные технологии в развитии образования в Туркменистане / К. А. Ходжанепесов, Г. Б. Шаханов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 3(120). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17111> (дата обращения: 13.12.2025). – Текст : электронный.

3. Морожанова, М. М. Взаимосвязи психологического благополучия и смысловых ориентаций белорусских и китайских студентов / М. М. Морожанова // Практическая педагогика: от идеи до результата : сб. материалов I межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Казань, 15 дек. 2023 г. – Казань : ИД «МеДДоК», 2023. – С. 172–175.

## **О МЕТОДИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ИСКУССТВА**

*Н.В. Булгакова, Д.П. Глузук, А.А. Кляповская, И.А. Ковалёк  
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

В эпоху цифровой трансформации культурного наследия остро встает двойственная задача: как сохранить материальное наследие прошлого и одновременно сделать его живым, доступным и актуальным для современной аудитории. Особую сложность представляют уникальные авторские произведения декоративно-прикладного искусства (ДПИ), в которых воплощена не только материальная форма, но и художественная концепция, мастерство исполнения и культурный код.

Внедрение аддитивных технологий в образовательный контекст рассматривается как один из наиболее перспективных подходов, обеспечивающих междисциплинарную визуализацию знаний и развитие прикладных навыков с выраженной профорIENTационной направленностью. Моделирование и 3D-печать позволяют визуализировать образовательный процесс, сделать его более интересным и занимательным. Важным условием эффективности данного процесса является деятельностный подход педагога, направленный не столько на информационное насыщение, сколько на создание вовлекающей, проектно-ориентированной среды, что делает обучение увлекательным и полезным, учит проявлять инициативу и дает возможность оценить воочию пользу от результата, полученного на занятиях [1].

Цель исследования – разработка и апробация методологии использования аддитивных технологий для создания материальных реплик авторских работ ДПИ; оценка их эффективности для сохранения художественной концепции изделий и интеграции в образовательный процесс.

Актуальность исследования связана с вызовами современности: необходимостью сохранения художественного наследия; запросами на цифровую трансформацию музеев; потребностью в современных образовательных инструментах; развитием и доступностью технологий 3D-сканирования и 3D-печати.

**Материал и методы.** Материал исследования: **объекты** (фонд авторских работ фонда кафедры декоративно-прикладного искусства и технической графики (ДПИ и ТГ) ВГУ имени П.М. Машерова), **цифровые данные** (3D-модели отобранных объектов, полученные методами фотограмметрии/3D-сканирования) и **физические артефакты** (напечатанные на 3D-принтере реплики изделий из PLA-пластика).

Методы исследования: **теоретические** (анализ научной литературы по цифровому сохранению культурного наследия и аддитивным технологиям; сравнительный анализ существующих типов сканирующего цифрового оборудования; систематизация и обобщение данных) и **эмпирические** (3D-сканирование/фотограмметрия – получение точной цифровой модели объекта; 3D-моделирование и подготовка к печати – обработка модели, устранение дефектов; аддитивное производство – экспериментальное изготовление пластиковой копии объекта).

**Результаты и их обсуждение.** Вопросам оцифровки музейных объектов и созданию электронных каталогов посвящены работы Д.Ю. Гук, Д.В. Загоскина, Д.В. Иванова, Л.Я. Ноля, Д. Бермана, Э. Робертса и др. Можно отметить недостаточную теоретико-методологическую разработку такой масштабной проблемы [2].

Анализируя особенности историографии создания и изучения электронных изображений предметов музейного хранения, можно заключить, что к концу 2000-х гг. появились специализированное сканирующее оборудование и программные комплексы к нему, которые позволяли создавать 3D-модели с воспроизведением не только геометрических объемов, но и текстур, и колористических компонентов [3].

С начала 2010-х гг. главными тенденциями в этом направлении являются совершенствование сканирующего оборудования, программных средств, гигапиксельная фотография, цифровая рентгенография, платформы для представления электронных изображений (в том числе средствами VR/AR). Активно используются методы Data Science (визуализации, компьютерного моделирования, компьютерного зрения, искусственного интеллекта, технологий работы с большими данными и т.п.) для работы с изображениями музейных предметов. Растет популярность 3D-моделей как средства документирования. На этот период приходится возникновение в IT-индустрии и переосмысление в музейной сфере понятия «цифровых двойников» (Digital Twin) музейных предметов и пространств как суррогатов, имитирующих подлинники [3].

Середина 2010-х гг. ознаменовалась дальнейшим развитием технологий гигапиксельной фотосъемки и сканирования. Так, сотрудники Швейцарского федерального института Технологий и компании ARTMYN в 2016 г. представили технологию 5D-сканирования, позволяющую «сшивать» в одну модель 100 высокоточных сканов объекта. Такое сканирование показывает текстуры и материалы объектов, позволяя «прикоснуться взглядом» к более чем 1,2 млрд пикселей, из которых они состоят. Цифровые копии можно изучать и анализировать на экране почти так же, как если бы оригиналы были в руках исследователя.

Технология трехмерного сканирования представляет собой метод перевода физических объектов в цифровое пространство. Процесс заключается в создании точной цифровой трехмерной модели материального артефакта посредством фиксации его геометрических параметров, размеров и характеристик поверхности с использованием специализированного оборудования (3D-сканера). Результатом является цифровой двойник объекта, пригодный для последующей модификации, аддитивного производства или интеграции в виртуальные среды.

В рамках исследования проведен экспериментальный этап оцифровки художественных произведений фондов кафедры ДПИ и ТГ. В качестве инструментария применялось программное обеспечение для мобильных устройств, использующее алгоритмы

компьютерного зрения и искусственного интеллекта для генерации детализированных 3D-моделей с высокой степенью визуального правдоподобия поверхности. Данные приложения базируются на технологиях лидарного сканирования или фотограмметрии. Использование мобильных решений представляет собой экономически эффективную альтернативу профессиональному стационарному оборудованию.

Практическая работа по оцифровке выполнена студентами факультета математики и информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова в контексте дипломного проектирования. В процессе апробации методики сканированию подвергались артефакты с разнородными свойствами поверхности: керамика с глянцевым и матовым покрытием, изразцы с глазурью, изделия из дерева с различными типами отделки. По результатам сравнительного анализа были выбраны оптимальные программные инструменты – приложения Polycam и MagiScan.

Важно отметить, что помимо непосредственного сканирования, был осуществлен комплекс операций по постобработке полученных цифровых моделей для достижения необходимого уровня визуального качества. Процесс постобработки включал следующие этапы: **очистка модели** (удаление артефактов сканирования, лишних и дефектных элементов), **сглаживание поверхности** (устранение цифрового шума и геометрических неровностей), **ретопология** (оптимизация или полное перестроение полигональной сетки объекта для получения корректной и эффективной топологии при сохранении исходной формы), **коррекция UV-развертки и текстур** (редактирование параметров наложения текстурных карт, выполняемое в редакторе трехмерной графики Blender).

**Заключение.** Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Экспериментальная работа подтвердила принципиальную возможность и эффективность применения доступных мобильных технологий 3D-сканирования для оцифровки объектов ДПИ. Программы Polycam и MagiScan продемонстрировали достаточный потенциал для создания качественных цифровых двойников, выступая экономически выгодной альтернативой профессиональному оборудованию.

2. Проведенная апробация на объектах с разнородными свойствами поверхностей (гляцевая/матовая керамика, дерево, глазурь) позволила выявить практические ограничения и особенности работы с подобными технологиями, что является основой для будущих методических рекомендаций по оцифровке объектов фонда кафедры ДПИ и ТГ.

3. Результаты исследования однозначно указывают, что процесс создания виртуального экспоната не ограничивается этапом сканирования. Качество итоговой модели критически зависит от последующей профессиональной постобработки, включающей ретопологию, сглаживание и текстурирование в пакетах 3D-графики.

4. Успешная реализация проекта в формате дипломной работы силами студентов факультета математики и информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова доказала эффективность междисциплинарного подхода и формирование у студентов компетенций в области цифрового сохранения культурного наследия.

Проведенное исследование в рамках проекта по созданию виртуального музея кафедры ДПИ и ТГ наглядно демонстрирует трансформацию процесса сохранения и популяризации материального культурного наследия под влиянием цифровых технологий. Интеграция мобильного 3D-сканирования и последующей 3D-обработки открывает новые перспективы для музеев и образовательных учреждений, позволяя решать ключевые задачи: создание точных и доступных цифровых копий хрупких или уникальных артефактов, обеспечение их детального изучения в виртуальной среде и формирование интерактивных образовательных ресурсов.

Полученные результаты обосновывают целесообразность дальнейшего развития данного направления. Перспективами проекта являются: разработка стандартизиро-

ванной методики оцифровки для различных типов материалов, масштабирование процесса на всю коллекцию кафедры ДПИ и ТГ, интеграция созданных 3D-моделей в интерактивные онлайн-платформы и VR/AR-приложения, а также использование коллекции цифровых двойников в качестве уникального материала для междисциплинарных учебных курсов по информационным технологиям, дизайну, искусствоведению и музейному делу.

Таким образом, проект выступает примером успешного сочетания гуманитарного знания и цифровых технологий, закладывая основу для современной цифровой экосистемы, обеспечивающей сохранение, исследование и актуализацию культурного наследия в новом, цифровом формате.

1. Проект «3D-печать в искусстве» – новые горизонты для творчества : [сайт]. – URL: <https://clck.ru/3Qibvs> (дата обращения: 07.12.2022). – Текст : электронный.

2. Мамонтова, М. С. Практика оцифровки музейных фондов (на примере музеев г. Йошкар-Олы) // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2016. – № 3. – С. 173-175.

3. Юмашева, Ю. Ю. Информационные технологии в научно-исследовательской деятельности музеев: от электронных каталогов к методам искусственного интеллекта / Ю. Ю. Юмашева, Д. Ю. Гук // Историческая информатика. – 2022. – № 3. – С. 144–155. – DOI: 10.7256/2585-7797.2022.3.38813. – Текст : электронный. – EDN: CJBDOV. – URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=38813](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=38813) (дата обращения: 07.12.2022).

## ОБ ИССЛЕДОВАНИИ П-ЗАМКНУТОСТИ ГРУПП ПОСРЕДСТВОМ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ GAP

*Е.А. Витько*

*Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Система компьютерной алгебры GAP содержит библиотеку групп малых порядков, что позволяет использовать эту систему в теории конечных групп. Применение GAP для исследования свойств конечных групп описано в работах Вдовина и Зенкова [1], Грицука [2], Залесской и Дрозд [3; 4], Меховича и Столяренко [5]. Цель настоящей работы – разработать функцию в системе компьютерной алгебры GAP для определения, является ли заданная конечная группа П-замкнутой.

**Материал и методы.** В работе используются методы абстрактной теории групп, а также методы системы компьютерной алгебры GAP.

**Результаты и их обсуждение.** В определениях и обозначениях мы следуем [6; 7].

Все рассматриваемые в работе группы конечны.

Обозначим  $\pi(n)$  – множество всех простых делителей натурального числа  $n$ ,  $\pi(G) = \pi(|G|)$  – множество всех простых делителей порядка группы  $G$ . Пусть  $\sigma$  – некоторое разбиение множества всех простых чисел  $\mathbb{P}$ , т.е.  $\sigma = \{\sigma_i \mid i \in I\}$ , где  $\mathbb{P} = \bigcup_{i \in I} \sigma_i$  и  $\sigma_i \cap \sigma_j = \emptyset$  для всех  $i \neq j$ . Пусть  $\Pi$  – некоторое подмножество множества  $\sigma$  и  $\Pi' = \sigma \setminus \Pi$ . Пусть  $\sigma(n) = \{\sigma_i \mid \sigma_i \cap \pi(n) \neq \emptyset\}$ ,  $\sigma(G) = \sigma(|G|)$ . Если  $\sigma(n) \subseteq \Pi$ , то натуральное число  $n$  называют  $\Pi$ -числом. Подгруппа  $H$  называется холловой  $\Pi$ -подгруппой группы  $G$ , если  $|H|$  есть  $\Pi$ -число, а индекс  $|G : H|$  есть  $\Pi'$ -число. Группа  $G$  называется  $\Pi$ -замкнутой, если  $G$  имеет нормальную холлову  $\Pi$ -подгруппу.

Опишем функцию в системе GAP, которая проверяет является ли заданная конечная группа  $\Pi$ -замкнутой. Будем использовать следующие функции системы GAP: PrimeDivisors( $n$ ) – множество простых делителей числа  $n$ ; Combinations( $\sigma$ ) – множество всех сочетаний, составленных из элементов списка  $\sigma$ ; SmallGroup( $n, m$ ) – группа порядка  $n$  с номером  $m$  в каталоге групп GAP, HallSubgroup( $G, \Pi$ ) – холлова  $\Pi$ -подгруппа группы  $G$ , IsNormal( $G, H$ ) – проверяет является ли подгруппа  $H$  нор-