



SMART-ТЕХНОЛОГИИ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В УЧЕБНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕБЕЛИ

© *Н.С. Жданова, А.В. Екатеринушкина, Ю.С. Антоненко*

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, Российская Федерация

Поступила в редакцию 05.10.2022

В окончательном варианте 15.11.2022

■ Для цитирования: Жданова Н.С., Екатеринушкина А.В., Антоненко Ю.С. Smart-технологии вторичного использования строительных отходов в учебном проектировании мебели // Вестник Самарского Государственного Технического Университета. Серия «Психолого-педагогические науки». 2022. Т. 19. № 4. С. 57–72. DOI: <https://doi.org/10.17673/vsgtu-pps.2022.4.5>

Аннотация. В статье рассматриваются результаты деятельности творческого коллектива преподавателей и студентов по исследованию возможностей вторичного использования некоторых строительных отходов. Анализ публикаций в сфере экологического дизайна свидетельствует о постоянных поисках путей вторичного использования разного типа отходов. Авторы сконцентрировали свое внимание на потенциале использования строительного мусора, количество которого возрастает с каждым годом. Цель исследования — обучение студентов проектированию мебельных объектов с использованием вторичного использования пластиковых труб посредством образовательных Smart-технологий.

Использование новых Smart-технологий гарантирует достижение необходимого результата. Их реализация осуществлялась в «распределенной среде обучения» поэтапно. Подготовительный этап: изучение экологических проблем и путей их преодоления, характеристик строительных отходов, производства и утилизации пластиковых труб и существующих путей их вторичной переработки. Экспериментальный этап: изучение пластика как материала для изготовления труб, технологии их изготовления, способов соединения; разработка художественно-образной концепции комплектов мебели с использованием пластиковых труб. Итоговый этап: изучение возможностей реализации проекта; изготовление опытного образца изделия в натуральную величину.

Результаты исследования можно рассматривать с двух позиций: педагогической и технологической. С педагогической точки зрения — это продвижение сознания студентов в области экологического дизайна. С технологической точки зрения — формулирование методических рекомендаций по проектированию высококачественных изделий из вторичного сырья.

Ключевые слова: Smart-технологии; вторичное использование; строительные отходы; учебное проектирование; получение опытного образца.



SMART-RECYCLING TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION WASTE IN FURNITURE DESIGN TRAINING

© *N.S. Zhdanova, A.V. Ekaterinushkina, J.S. Antonenko*

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation

Original article submitted 05.10.2022

Revision submitted 15.11.2022

■ For citation: Zhdanova N.S., Ekaterinushkina A.V., Antonenko J.S. Smart-recycling technology for construction waste in furniture design training. *Vestnik of Samara State Technical University. Series Psychological and Pedagogical Sciences*. 2022;19(4):57–72. DOI: <https://doi.org/10.17673/vsgtu-pps.2022.4.5>

Abstract. The paper reviews the results of the creative team of teachers and students to explore the possibilities of recycling some construction waste. The analysis of publications in the sphere of ecological design testifies to the constant search of ways of recycling of different types of waste. The authors have focused their attention on the potential of using construction waste, the amount of which increases every year. The purpose of the study is to teach students to design furniture objects using recycled plastic pipes through educational Smart-technologies. The use of new Smart-technologies guarantees the achievement of the desired result. Their implementation was carried out in a “distributed learning environment” in stages. Preparatory stage: study of environmental problems and ways to overcome them, characteristics of construction waste, production and disposal of plastic pipes and existing ways of their recycling. Experimental stage: the study of plastic as a material for the manufacture of pipes, the technology of their manufacture, methods of connection; the development of an artistic and imaginative concept of furniture sets using plastic pipes. The final stage: the study of the possibilities of the project; the production of a prototype of the product in full size. The results of the study can be viewed from two positions: pedagogical and technological. From a pedagogical point of view, it is the promotion of students’ consciousness in the field of environmental design. From the technological point of view — the formulation of methodological recommendations for the design of high-quality products from secondary raw materials.

Keywords: Smart-technology; recycling; construction waste; training design; prototyping.

Введение

Высокая эффективность Smart-образования достигается студентами, изучающими университетскую программу, преподавателями и университетом в целом. Применение Smart-обучения требует комплексного подхода, включая организационный подход, технологический и педагогический. Педагогический подход обеспечит разумное использование средств и технологий обучения для достижения нового уровня в нем, где происходит интеграция в профессиональное сообщество, формируются компетенции инновационной проектной деятельности, практико-ориентированные подходы. Основным направлением качественного введения Smart-обучения в вузе является формирование информационно-коммуникационной и технологической компетентности участников учебного процесса, обеспечивающее самостоятельный профессиональный рост и адекватное реагирование на непрерывные глобальные изменения жизнедеятельности, быструю адаптацию к окружающему миру, в соответствии с требованиями экологии, экономики и общества в целом. Данная проблема выявляется из общих глобальных проблем экологии в мире.

Истощение природных ресурсов увеличивается с каждым годом и одновременно повышается производство отходов. За последние сто лет этот процесс многократно убыстрился, поэтому во всем мире во второй половине XX века начался глобальный пересмотр воззрений на организацию производства с точки зрения наносимого им вреда окружающей действительности. В этом многоаспектном явлении особую роль стали играть направления, нацеленные на переработку сырьевых и бытовых отходов и вторичном использовании материалов. «Вторая жизнь» отходов — это прямая альтернатива природным источникам сырья и энергии.

Проблема исследования возможностей вторичного использования некоторых строительных отходов давно занимает умы людей. До начала XXI века она решалась разными путями и носила преимущественно технологический характер, то есть внимание людей было приковано к разработке технологий переработки. Сегодня этот путь продолжается, однако достаточно скоро стало очевидным, что наряду с все более продвинутыми технологиями необходим человек с новым экологическим мышлением.

Европейцы видят в мусоре — сырье, которое требует сложной и дорогой переработки. Экономически выгоднее разработать новую технологию экономики, найти эффективные методы экологической безопасности. Однако избавиться от мусора вообще не представляется возможным, потому все усилия сегодня направлены на его максимальную переработку.

Строительство является мощным антропогенным фактором воздействия на природную окружающую среду. По объему твердых отходов в виде разрабатываемых грунтов, а также образующихся отходов и остатков стройматериалов оно занимает одно из первых мест среди загрязнителей окружающей среды. В составе строительных отходов содержатся вредные и пожароопасные вещества, которые должны утилизировать на специально оборудованных полигонах. Проблема утилизации и переработки упирается в мышление человека, которое медленно, но верно меняется в сторону экологических взглядов. Его формирование должно происходить в образовательной среде, обеспечивающей

оптимальную адаптацию в профессиональной деятельности в условиях постоянно меняющегося окружающего мира.

Осознание глобальных экологических ситуаций и пути их решения — это не только технологическая проблема. Образовательная сфера активно включена в данные процессы. В государственных образовательных стандартах нового поколения выделены компетенции по формированию экологической грамотности обучающихся. Педагогами-учеными уже выявлены основные принципы и закономерности экологического дизайна, постоянно разрабатываются различные методики по внедрению его направлений в учебную проектную деятельность.

Цель исследования — разработка модели образовательных Smart-технологий в обучении студентов проектированию мебели и изделий из вторичных материалов.

Задачи, решаемые для достижения цели:

1. Проанализировать международный и отечественный опыт в части изучения наиболее оптимальных технологических схем переработки строительных отходов. Обобщить возможности применения данного опыта в образовательной среде.

2. Разработать модель включения студентов в Smart-образование для формирования экологического мышления посредством интегративного учебного модуля.

3. Создать «распределенную среду обучения» путем включения практикующих дизайнеров в процесс профессиональной подготовки студентов.

4. Сформировать у студентов навыки разработки высококачественных дизайн-продуктов из вторичного сырья, путем получения и частичной апробации опытных образцов.

Окончательная значимость образовательных «вложений» будет проявляться с годами, но и сейчас есть признаки в работе студентов, которые свидетельствуют о готовности их быстро реагировать на изменения в окружающей среде и предлагать оптимальные решения по ее преобразованию.

Обзор литературы

Современная дизайнерская деятельность, как наиболее активная в сфере преобразования окружающего мира, направлена на внедрение в практику проектирования различных методов, приемов и средств экологизации предметно-пространственной среды [1, 2]. Благодаря активности телепередач в сознании большинства людей вторичная переработка ассоциируется с переделкой старых бытовых вещей, что, конечно, входит в это большое понятие [3]. Однако это все штучные изделия, редко повторяемые другими людьми по разным причинам.

Гораздо большую эффективность имеют направления, где ведутся поиски универсальных способов переработки более распространенных видов отходов — железобетона, кирпича, железной арматуры, проволоки, разных видов труб. Для переработки таких отходов необходимо специальное обучение, освоение новых smart-технологий, в том числе информационных.

Smart-технологии сами по себе не являются чем-то совершенно новым. Они давно и успешно применяются во многих областях производства и

деятельности человека. Анализ источников показывает, что понятие «Smart» применительно к таким категориям, как структура, технологии и материалы является вполне устоявшимся [4, 5].

Правильная реализация Smart-технологий может обеспечить беспрецедентные успехи в производстве, качестве и эффективности производителей, повышении долгосрочной конкурентоспособности [6]. Возрастание роли компьютерных технологий как средства улучшения традиционно используемых свойств материалов, расширяет область их применения, например, в области текстиля это способствовало развитию креативных дизайнерских идей [6, 7]. Smart-технологии достаточно быстро интегрировали с дизайном [8]. В этой ситуации Smart не только обозначает способность к совершению интеллектуальных действий, но и внешнюю красоту, именно поэтому так легко внедрилось это понятие применительно к различным гаджетам: оно выражает представление о связи между эстетикой, эргономикой и интеллектуальными функциями. Свойство «Smart» стало востребованным в управлении многими процессами и системами, в том числе и образовании [9, 10].

Дискурс-анализ исследований зарубежных и отечественных ученых, который провела О.Ю. Рыбичева [11], свидетельствует, что значение Smart-образования оценивается примерно одинаково. «Умные структуры» сначала пришли в инженерное образование [12], затем начали распространяться в другие образовательные сферы [13, 14].

О трансформации взглядов на информационные, цифровые и Smart-компетенции личности в современном обществе писал Н.П. Табачук [15]. Применение Smart-обучения обеспечивает изменение взглядов студентов на процессы вне университета и на самих себя. Формирование когнитивных способностей рассмотрено в работе Е.В. Батаевой [16]. Ключевым элементом концепции Smart-образования является Smart-обучение, которое невозможно без накопленного опыта интегративного и электронного обучения (e-learning). Основная задача Smart-обучения — создавать условия получения новой эффективности в учебном процессе, где главную роль играет студент.

В дизайн образовании интегрированное обучение используется для формирования универсальных компетенций и повышения уровня профессиональной подготовки [17–21].

При разработке современных образовательных технологий необходимо также опираться на мировой технологический и промышленный опыт. Проблему снижения негативного воздействия строительных отходов на окружающую среду и экономическую эффективность использования вторичных ресурсов в производстве строительных материалов исследовали Ю.А. Алехин, А.Н. Люсов [22], В.Е. Пинаев [23], А.Д. Думнов [24]. В научной литературе и журналистской прессе появляются понятия — вторичная переработка, ресайклинг, рециклинг (отходов), утилизация. Все эти слова обозначают практически одно явление — «вторичное использование», в нашей статье будет пониматься как применение старых или оставшихся от основного производства материалов в новых условиях потребления.

Следует обратить внимание на тот факт, что именно строительные отходы составляют львиную долю всего промышленного мусора (что открывает широкие возможности для обучения их вторичному использованию). Анализ

научных публикаций В.П. Купряновского, С.А. Синягова и др. [25] свидетельствует, что сегодня проблема вторичного использования материалов рассматривается с разных точек зрения:

- государственной, поскольку на лицо неэффективность законодательной базы в большинстве стран, в том числе и нашей;
- экономической, при учете количества утилизируемых материалов;
- технологической, при учете несовершенства химических технологий по переработке большинства материалов;
- идеологической, куда, кроме культурологического подхода, следует отнести воспитательные и образовательные аспекты [26].

Материалы и методы

Обобщение научных исследований разработки и реализации smart-технологий в различных областях знаний, а также наличие определенного опыта педагогического коллектива кафедры дизайна Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова по внедрению экологического направления в учебную проектную деятельность привели к необходимости поиска наиболее оптимальных путей реализации обучающих технологий для достижения эффективного результата. Авторским коллективом была разработана модель обучения студентов проектированию изделий мебели из вторичного сырья, в рамках направления подготовки Дизайн, профиль Дизайн мебели (рис. 1).

Реализация представленной модели происходила посредством внедрения в учебный процесс интегративного учебного модуля с использованием научных, проектных, эвристических методов (рис. 2). Практико-ориентированный модуль состоит из комплекса дисциплин: Эвристические методы проектирования, Проектная деятельность, Основы производственного мастерства, Материаловедение, Производственная практика. Организация учебного процесса по данному модулю основывается на поиске альтернативных проектных



Рис. 1. Модель smart-обучения студентов учебному проектированию

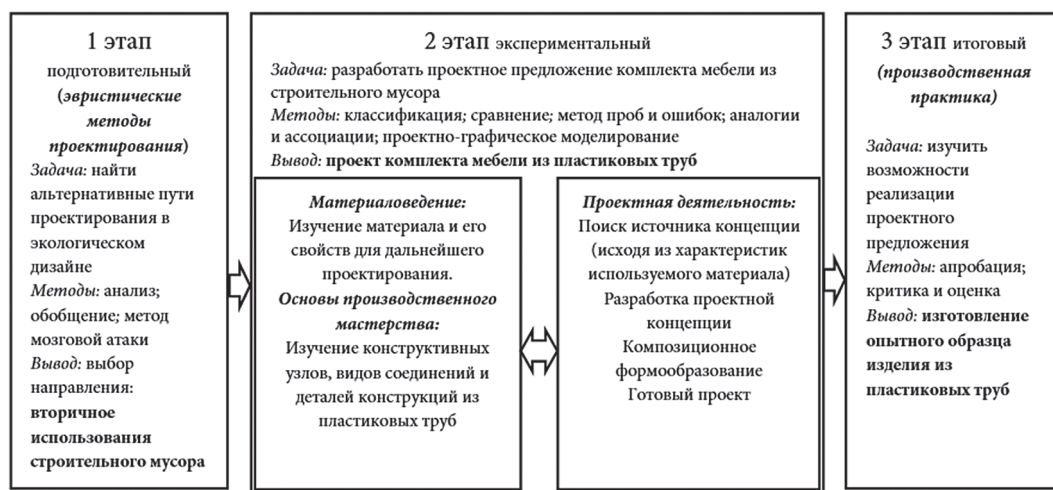


Рис. 2. Учебный интегративный модуль по экологическому проектированию

разработок в решении экологических проблем. Процесс обучения строится по всесторонней интеграции, т. е. студенты переносят полученные знания и опыт из одной области знаний в другую как в последовательном порядке, так и с возвратом к уже изученному для корректирования или изменения решений по проектированию изделия или объекта для достижения эффективного результата.

Обучение происходило поэтапно:

1 этап — подготовительный: изучение теории, выбор направления проектирования (применяемые методы: анализ; обобщение; метод мозговой атаки);

2 этап — экспериментальный: разработка проектного предложения комплекта мебели из строительных отходов (применяемые методы: классификация; сравнение; метод проб и ошибок; аналогии и ассоциации; проектно-графическое моделирование)

3 этап — итоговый: изготовление опытного образца изделия в натуральную величину (применяемые методы: апробация; критика и оценка).

Результаты исследования

Реализация учебного интегративного модуля осуществлялась по принципам Smart-образования на каждом из трех этапов. Доказательством эффективности обучения можно представить пример проектного предложения по разработке комплекта мебели из вторичного сырья (на примере строительного мусора — остатков пластиковых труб).

1 этап — подготовительный (эвристические методы проектирования). Первоначально происходило изучение экологических проблем и путей их преодоления (студенты получали знания на занятиях, а также самостоятельно анализировали литературу, различные информационные источники, Интернет-ресурсы). В дальнейшем были применены эвристические методы для определения направления проектирования. Студентам предлагалось самостоятельно выявить направление. Далее в группах запускался метод мозговой атаки — как наиболее эффективный, в контексте заданной проблемы. Участники группы в короткий период времени (на одном занятии) предлагали максимальное

количество возможных путей экологического проектирования, из которых выделяются наиболее оптимальные. В результате были выделены следующие направления:

- использование экологических материалов и технологий;
- обеспечение длительного времени использования изделия;
- обеспечение безопасной утилизации изделия;
- вторичное использование сырья и материалов.

Для дальнейшей работы над проектом было выбрано вторичное использование сырья и материалов. Обоснование выбора заключалось в следующем: доступность и малозатратность; широкие возможности для получения необходимого формообразования; нетрадиционный (эвристический) подход при разработке проектной концепции.

После классификации материалов, подходящих по своим свойствам для проектов, были выявлены следующие: картон, бумага, пробка, пластик, пенопласт, резина, веревка (канат), металлические запчасти, стекло, проволока, трубы. Из всех материалов были выбраны пластиковые трубы. Обоснование выбора:

- наименьшие затраты производственных и человеческих сил;
- максимальное снижение стоимости на материалы;
- прочность и долговечность материала (устойчивость к влаге и агрессивным средам, ржавчине и коррозии), легкость в использовании и обслуживании;
- оптимальность конструкции (жесткость, устойчивость, высокий КПД, мобильность, легкость);
- вариативность изготовления полезных изделий, имеющих высокие функциональные и эстетические качества;
- возможность создания предметов с оригинальным авторским дизайном, которые невозможно купить в магазине.

Вывод 1 этапа: подача теоретического материала и сбор необходимой информации осуществлялись по принципу использования актуальных сведений (существующих на данный момент времени); эвристические методы привели к поиску оптимального направления дальнейшего проектирования с выходом из «зоны комфорта» стереотипного мышления.

2 этап: экспериментальный. Данный этап является основным в учебном модуле. Он проходил одновременно в трех дисциплинах: Материаловедение, Основы производственного мастерства, Проектная деятельность. Осуществление межпредметных связей позволило студентам сделать работу над проектом более осознанной и соответствующей специфике выбранного материала. Интегративный характер довел проект до возможности изготовления опытного образца изделия.

Студенты изучили, проанализировали и сравнили свойства пластиковых труб и освоили их конструктивные особенности (материаловедение, основы производственного мастерства). Данный процесс позволил определить возможности материала для проектирования изделий мебели и помог в обосновании проектной концепции, корректировании композиционного формообразования, принятия итогового проектного решения.

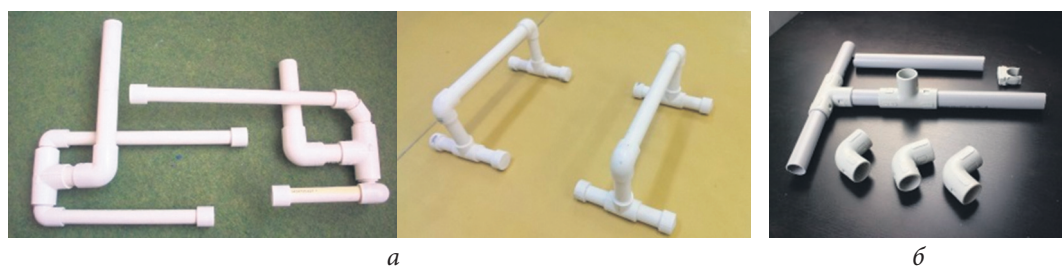


Рис. 3. Упражнения по соединению пластиковых труб: а — соединения пластиковых труб фитингами; б — комплектующие

Были проанализированы и классифицированы виды труб и выявлены наиболее оптимальные для проектной разработки.

В результате были выбраны пластиковые трубы (их строительные остатки). «Пластиковые» — это общее название для целого ряда труб, которые отличаются по своим характеристикам: 1) полиэтиленовые трубы — эластичны и прочны, не лопаются при замерзании воды, имеют низкую теплопроводность, соединяются при помощи пайки; 2) трубы ПВХ — один из самых недорогих и практичных материалов, используют и под холодную, и под горячую воду, монтируют из них системы отопления, жесткие полимерные трубы соединяют при помощи фитингов и специального клея; 3) полипропиленовые трубы — имеют самую широкую область применения, поэтому являются наиболее востребованными, по многим параметрам похожи на трубы из сшитого полиэтилена, но более дешевые и соединяются просто, при помощи муфтовой и стыковой пайки. Данное сырье имеет высокий экологический показатель.

Студенты освоили виды соединений пластиковых труб и определили комплектующие детали для будущих изделий (рис. 3) и определили перечень необходимых материалов и инструментов.

Далее студенты приступили к разработке художественно-образной концепции комплекта мебели с использованием пластиковых труб. С использованием методов аналогий и ассоциативного ряда был определен источник художественно-образной концепции. Им послужило творчество Питера Мондриана и направление абстрактного искусства — неопластицизм (рис. 4). Его четкие геометрические линии и цветовые решения, создающие определенный композиционный ритм, определили формообразование предметов мебели, входящих в комплект.

В результате разработки концепции было выполнено композиционное формообразование комплекта мебели: кресло, пуф, стеллаж (рис. 5).



Рис. 4. Абстрактные композиции П. Мондриана

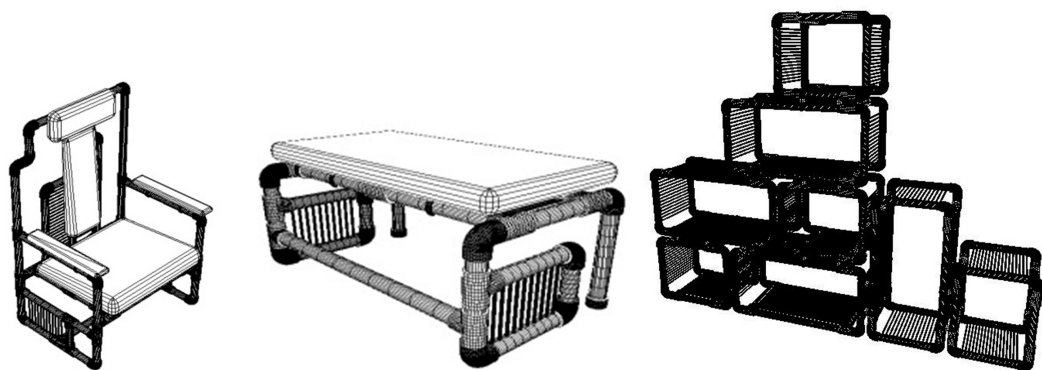


Рис. 5. Формообразование комплекта мебели по мотивам произведений П. Мондриана

После определения концептуальной основы проекта были разработаны чертежи изделий. Для этого были изучены функционально-эргономические характеристики мебели для сидения и корпусной мебели, что позволило привести размеры комплекта в соответствие с антропометрическими признаками человека. Следует отметить, что конструкция стеллажа является модульной. Составление, группировка, расстановка модулей обеспечивает многовариантность решений в зависимости от функционального назначения, художественного образа интерьера (рис. 6) — это значительно может увеличить количество потенциальных заказчиков с разными предпочтениями.

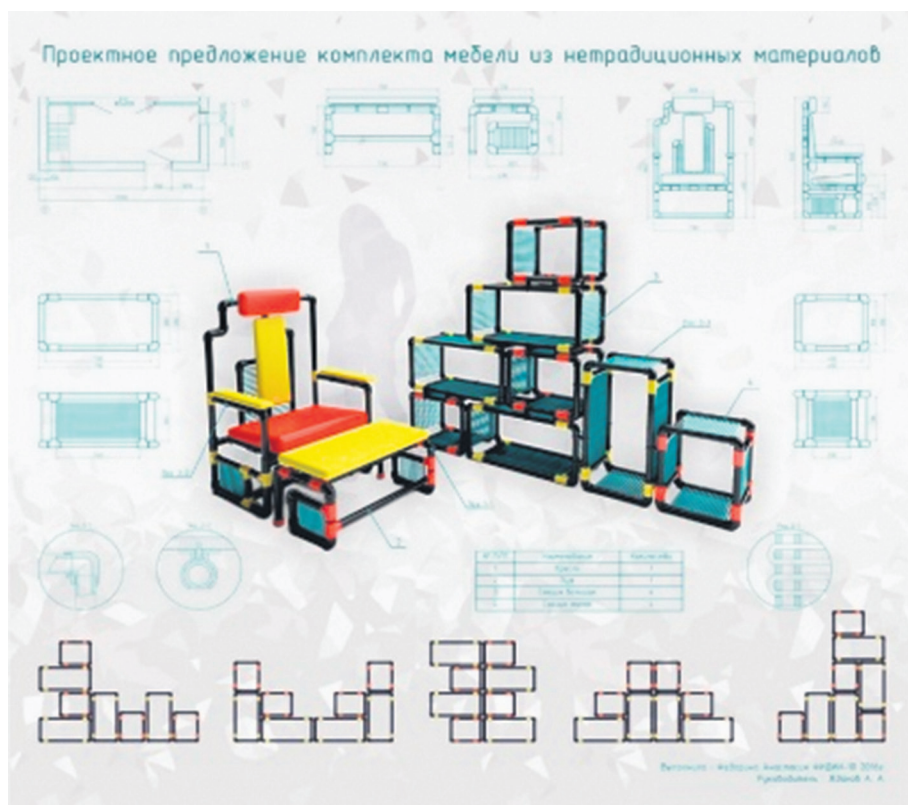


Рис. 6. Проект комплекта мебели из пластиковых труб

В процессе самостоятельной работы над проектом студенты успешно использовали различные компьютерные программы и графические редакторы (Компас 3D, Autodesk AutoCAD для построения чертежей; 3ds Max для построения моделей единиц мебели; CorelDraw, Photoshop для визуализации проектной экспозиции).

Выводы 2 этапа: основу обучения составляла организация самостоятельной (групповой и индивидуальной) исследовательской и проектной работы студентов по разработке изделий с использованием строительных отходов (активное включение студентов в информационную среду с использованием компьютерных технологий).

3 этап — итоговый. Студенты прошли производственную практику на предприятиях по проектированию и изготовлению мебели. Там они изучили существующие технологические и производственные процессы. Кроме этого, они представили свои проектные предложения для экспертной оценки дизайнерам и конструкторам: по функциональным и эргономическим показателям; показателям безопасности и экономичности; по художественно-эстетической привлекательности.

Студенты, совместно со специалистами, изучили возможности производства изделий из строительного мусора и составили прогнозы на дальнейшую реализацию продукции из вторичного сырья в своей профессиональной деятельности. Результатом стало изготовление опытного образца кресла из остатков пластиковых труб и сопутствующих материалов (рис. 7).

Взаимодействие педагогического и технологического подходов решили задачи взаимодействия участников учебного процесса как во внутренней учебной среде, так и за ее пределами. Данный процесс заключался в оптимальном использовании средств и технологий обучения для достижения поставленных целей и задач учебного проектирования, включающем интеграцию в профессиональную среду, компетенции инновационной учебной проектной деятельности, профессиональные компетенции. В результате студенты прошли весь процесс работы над проектом от формирования идеи до конечного продукта в условиях, максимально приближенных к профессиональной деятельности.

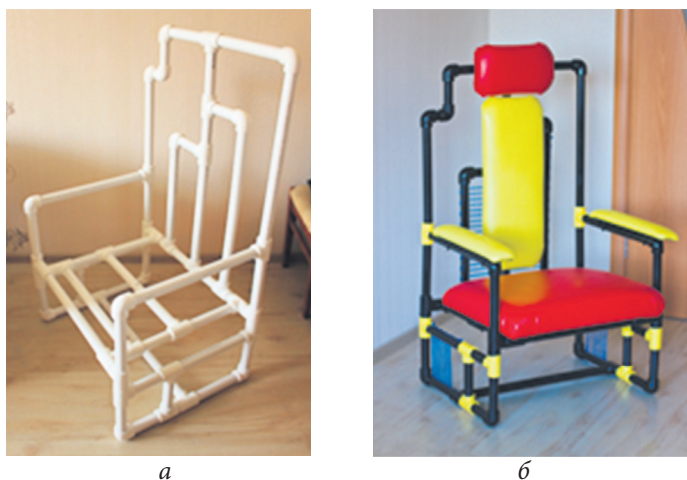


Рис. 7. Изготовление опытного образца изделия из труб ПВХ: а — каркас кресла из труб ПВХ; б — опытный образец кресла

Это приводит к пониманию студентами современных подходов в проектировании в изменяющемся окружающем мире. Они становятся способными к применению данной методики в других направлениях проектирования.

Выводы 3 этапа: создание «распределенной среды обучения», обеспечивающее частичное погружение в профессиональную сферу во взаимодействии студентов со специалистами — практикующими дизайнерами, технологами, конструкторами.

Результаты исследования можно рассматривать с двух позиций:

1) позиция педагогическая: продвижение сознания студентов в области экологического дизайна и развитие способностей к:

- незамедлительному реагированию на изменения во внешней среде;
- адаптации к трансформирующимся условиям;
- самостоятельному развитию и самоконтролю;
- эффективному достижению проектного результата;

2) позиция технологическая: формулирование универсальных методических рекомендаций для дальнейшего проектирования изделий из вторичных материалов (пластиковых труб) в условиях малосерийных или частных производств (производственных — проектных и технологических практик студентов):

- наиболее целесообразным вторичным сырьем для изготовления мебели следует считать твердые материалы, но не требующие дополнительного оборудования и сложной технологии изготовления;
- материал вторичного сырья определяет формообразование мебельных изделий;
- конструктивные и формообразующие особенности мебели должны отвечать следующим характеристикам: влагостойкость, долговечность, легкость, мобильность, возможность краткосрочного ремонта.

Внедрение интегративного учебного модуля приводит к пониманию студентами комплексного подхода в процессе проектирования. Они целенаправленно используют знания из различных областей для логического обоснования проектной концепции, приводящей к созданию востребованной конкурентоспособной продукции в жестко ограниченных условиях технических заданий.

Обсуждение и заключение

Несмотря на достаточно позитивные результаты проделанной работы осталось еще достаточно много нерешенных проблем, одни из них связаны с экологической ситуацией, другие — с внедрением Smart-технологий в процесс профессиональной подготовки дизайнеров. Существующие противоречия между количеством материальных ресурсов и населением Земли; обилием продуктов человеческой деятельности и невозможностью их полной переработки во многих странах оставляют актуальной проблему вторичного использования строительных отходов. В ближайшие годы экологическое воспитание и образование будет только увеличиваться.

В ближайшее время Smart-технологии гораздо глубже проникнут в процесс профессиональной подготовки дизайнеров. Поскольку одним из принципов Smart-образования является взаимодействие студентов с профессиональным сообществом, то необходимо было бы определить более конкретно пути такого взаимодействия. Профессиональная среда рассматривается

в Smart-образовании не только как заказчик на подготовку специалистов, но должна стать активным участником учебного процесса. В нашем случае опытный образец выполнялся на одном дизайнерском предприятии, где оказали добровольно посильную помощь, что нельзя ожидать от всех компаний. Следует искать более прочную основу для взаимовыгодного сотрудничества.

Небольшой практический опыт проектирования и изготовления мебельных единиц из остатков пластиковых труб не позволил сформулировать методические рекомендации для проектировщиков, на основе которых можно создавать новые мебельные объекты в условиях работы малых дизайнерских предприятий.

Вместе с тем вся проделанная работа свидетельствует, что Smart-технологии только усиливают потенциальные возможности, заложенные в дизайне, поэтому начатая коллективом этой статьи работа имеет перспективы дальнейшего развития.

Список литературы

1. Benson E., Fine P. Sustainable design education rethought: The case for Eco-Modernism // *Design Principles and Practices*. 2010. Vol. 4, No. 6. P. 163–176. DOI: 10.18848/1833-1874/CGP/v04i06/37973
2. Панкина М.В. Экологическая парадигма дизайна // *Академический вестник УралНИИ-проект РААСН*. 2012. № 2. С. 90–92.
3. Сафарова Л.Р. Планирование порождения отходов и разработка технологии их жизненного цикла в APQP-проектах подготовки производства нового изделия // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2022. Т. 20, № 3. С. 77–86. DOI: 10.18503/1995-2732-2022-20-3-77-86
4. Дерина Н.В., Савва Л.И., Балаченков Д.А. Профессионально-личностный потенциал студентов как основа самоорганизации деятельности в условиях информационно-образовательной среды // *Гуманитарно-педагогические исследования*. 2021. Т. 5, № 3. С. 11–18. DOI: 10.18503/2658-3186-2021-5-3-11-18
5. Кудрявцева М.В. Теоретические основы самоуправляемого обучения в современной педагогической науке и практике // *Гуманитарно-педагогические исследования*. 2020. Т. 4, № 4. С. 15–19.
6. Филатова Е.В., Лагутина В.В. Экологизация потребления — тренд современной моды // *Материалы XII Международной научно-практической конференции: «Экологические проблемы региона и пути их разрешения»*; Май 15–16, 2018; Омск. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2018. С. 146–151.
7. Мелая Т.Г. Инновационные технологии в современном дизайне костюма // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2-18. С. 3935–3939.
8. Кутепова Л.И., Мухина Е.С. Smart-технологии в дизайне. Традиции и инновации в дизайне: сборник научных трудов. 2018. С. 117–120.
9. Днепровская Н.В., Янковская Е.А., Шевцова И.В. Понятийные основы концепции смарт-образования // *Открытое образование*. 2015. № 6. С. 43–51. DOI: 10.21686/1818-4243-2015-6(113-43-51)
10. Тихомиров В.П., Днепровская Н.В. Смарт-образование как основная парадигма развития информационного общества // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2015. Т. 11, № 1. С. 9–13.
11. Рыбичева О.Ю. Концептуальные основы смарт-образования в исследованиях зарубежных и отечественных ученых // *Инновации в образовании*. 2019. № 12. С. 23–33.

12. Hurlebaus S., Stocks T., Ozbulut O.E. Smart Structures in Engineering Education // J Prof Iss Eng Ed Pr. 2012. Vol. 138, No. 1. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000079
13. Zhang Y., Lu L.-W. Introducing Smart Structures Technology into Civil Engineering Curriculum: Education Development at Lehigh University // J Prof Iss Eng Ed Pr. 2008. Vol. 134, No. 1. P. 41–48. DOI: 10.1061/(ASCE)1052-3928(2008)134:1(41)
14. Ращупкина А.С. Формирование системы смарт-образования вуза как новейшего вида обучения // Сборник материалов 2-й Международной конференции: «Технологическая перспектива в рамках Евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста». Санкт-Петербург, 2016. С. 378–382.
15. Табачук Н.П. Информационная, цифровая и smart компетенции личности: трансформация взглядов // Научно-педагогическое обозрение. 2019. № 4. С. 133–141. DOI: 10.23951/2307-6127-2019-4-133-141
16. Батаева Е.В. Когнитивные и метакогнитивные способности обучающихся в контексте смарт-образования // Образование и наука. 2019. Т. 21, № 4. С. 36–59. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-4-36-59
17. Zhdanova N.S., Gavritskov S.A., Ekaterinushkina A.V., et al. Comprehensive integration as an effective way of training future designers at technical universities (integration as a way of training a designer) // J Appl Eng Sci. 2018. Vol. 16, No. 3. P. 374–382. DOI: 10.5937/jaes16-18279
18. Zhdanova N.S., Ekaterinushkina A.V., Grigoriev A.D., et al. The impact integrative model of the project graphics training on the design education // Espacios. 2019. Vol. 40, No. 29. P. 3.
19. Antonenko Yu.S., Yachmeneva V.V., Salyaeva T.V. Design features of furniture and equipment for entrance areas of kindergartens // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies electronic edition. «IOP Conference Series: Materials Science and Engineering». 2018. Vol. 463, No. 4. ID 042013. DOI: 10.1088/1757-899X/463/4/042013
20. Graham M.A. Art, ecology and art education: Locating art education in a critical place-based pedagogy // Studies in Art Education. 2007. Vol. 48, No. 4. P. 375–391. DOI: 10.1080/00393541.2007.11650115
21. Sunassee A., Bokhoree C. Designed Eco-Art and Place-Based Curriculum Encouraging Students' Empathy for the Environment // Ecologies. 2021. Vol. 2, No. 3. P. 248–267. DOI: 10.3390/ecologies2030014
22. Алехин Ю.А., Люсов А.Н. Экономическая эффективность использования вторичных ресурсов в производстве строительных материалов. Москва: Стройиздат, 1988. 275 с.
23. Пинаев В.Е. Состояние и проблемы использования промышленных твердых отходов в России // Исследовано в России. 2004. Т. 7. С. 1397–1433.
24. Dumnov A.D. Accounting waste: breakthrough or movement in a circle? // Questions of Statistics. 2004. No. 1. P. 34–49.
25. Куприяновский В.П., Синягов С.А., Намиот Д.Е. и др. Трансформация промышленности в цифровой экономике — экосистема и жизненный цикл // Международный журнал открытых информационных технологий. 2017. Т. 5, № 1. С. 34–49.
26. Zhdanova N.S., Zhdanov A.A., Lymareva J.V., et al. Design product projecting made of recycled materials // Int J Appl Eng Res. 2015. Vol. 10, No. 24. P. 45137–45141.

References

1. Benson E, Fine P. Sustainable design education rethought: The case for Eco-Modernism. *Design Principles and Practices*. 2010;4(6):163–176. DOI: 10.18848/1833-1874/CGP/v04i06/37973
2. Pankina M.V. Ehkologicheskaya paradigma dizaina. *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN*. 2012;(2):90–92. (In Russ.)
3. Safarova L.R. Planning Waste Generation and Developing the Technology for the Life Cycle in APQP Projects for the Preparation of Manufacturing a New Product.

- Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*. 2022;20(3):77–86. (In Russ.) DOI: 10.18503/1995-2732-2022-20-3-77-86
4. Dyorina NV, Savva LI, Balachenkov DA. Students' Professional and Personal Potential as a Basis for Self-organisation of Activities in the Information and Education Environment. *Humanitarian and Pedagogical Research*. 2021;5(3):11–18. (In Russ.) DOI: 10.18503/2658-3186-2021-5-3-11-18
 5. Kudryavtseva MV. Theoretical basis of self-directed learning in modern pedagogical science and practice. *Humanitarian and Pedagogical Research*. 2020;4(4):15–19. (In Russ.)
 6. Filatova EV, Lagutina VV. Ehkologizatsiya potrebleniya — trend sovremennoi mody. Proceedings of the XII International science and practice conference: «*Ehkologicheskie problemy regiona i puti ikh razresheniya*»; 2018 May 15–16; Omsk. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2018. P. 146–151. (In Russ.)
 7. Melaya TG. Innovative technologies in modern the costume design. *Fundamental Research*. 2015;(2-18):3935–3939. (In Russ.)
 8. Kutepova LI, Mukhina ES. Smart-tekhnologii v dizaine. *Traditsii i innovatsii v dizaine: sbornik nauchnykh trudov*. 2018. P. 117–120. (In Russ.)
 9. Dneprovskaya NV, Yankovskaya EA, Shevtsova IV. The conceptual basis of the smart education. *Open Education*. 2015;(6):43–51. (In Russ.) DOI: 10.21686/1818-4243-2015-6(113-43-51)
 10. Tikhomirov VP, Dneprovskaya NV. Smart-obrazovanie kak osnovnaya paradigma razvitiya informatsionnogo obshchestva. *Modern information technologies and IT-education*. 2015;11(1):9–13. (In Russ.)
 11. Rybicheva OY. The conceptual foundations of the smart education paradigm in the research of foreign and domestic scientists. *Innovation in Education*. 2019;(12):23–33. (In Russ.)
 12. Hurlebaus S, Stocks T, Ozbulut OE. Smart Structures in Engineering Education. *J Prof Iss Eng Ed Pr*. 2012;138(1). DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000079
 13. Zhang Y, Lu L-W. Introducing Smart Structures Technology into Civil Engineering Curriculum: Education Development at Lehigh University. *J Prof Iss Eng Ed Pr*. 2008;134(1):41–48. DOI: 10.1061/(ASCE)1052-3928(2008)134:1(41)
 14. Rashchupkina AS. Formirovanie sistemy smart-obrazovaniya vuza, kak noveishego vida obucheniya. Proceeding of the 2-th scientific conference: «*Tekhnologicheskaya perspektiva v ramkakh Evraziiskogo prostranstva: novye rynki i tochki ehkonomicheskogo rosta*». Saint Petersburg, 2016. P. 378–382. (In Russ.)
 15. Tabachuk NP. Information, digital and smart-competences of the personality: transformation of views. *Pedagogical Review*. 2019;(4):133–141. (In Russ.) DOI: 10.23951/2307-6127-2019-4-133-141
 16. Bataeva EV. Cognitive and metacognitive skills of students in the context of smart-education. *The Education and science journal*. 2019;21(4):36–59. (In Russ.) DOI: 10.17853/1994-5639-2019-4-36-59
 17. Zhdanova NS, Gavritskov SA, Ekaterinushkina AV, et al. Comprehensive integration as an effective way of training future designers at technical universities (integration as a way of training a designer). *J Appl Eng Sci*. 2018;16(3):374–382. DOI: 10.5937/jaes16-18279
 18. Zhdanova NS, Ekaterinushkina AV, Grigoriev AD, et al. The impact integrative model of the project graphics training on the design education. *Espacios*. 2019;40(29):3.
 19. Antonenko YuS, Yachmeneva VV, Salyaeva TV. Design features of furniture and equipment for entrance areas of kindergartens. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies electronic edition. «*IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*». 2018;463(4):042013. DOI: 10.1088/1757-899X/463/4/042013
 20. Graham MA. Art, ecology and art education: Locating art education in a critical place-based pedagogy. *Studies in Art Education*. 2007;48(4):375–391. DOI: 10.1080/00393541.2007.11650115
 21. Sunassee A, Bokhoree C. Designed Eco-Art and Place-Based Curriculum Encouraging Students' Empathy for the Environment. *Ecologies*. 2021;2(3):248–267. DOI: 10.3390/ecologies2030014

22. Alekhin YuA, Lyusov AN. *Ehkonomicheskaya ehffektivnost' ispol'zovaniya vtorichnykh resursov v proizvodstve stroitel'nykh materialov*. Moscow: Stroiizdat, 1988. 275 p. (In Russ.)
23. Pinaev VE. Sostoyanie i problemy ispol'zovaniya promyshlennykh tverdykh otkhodov v Rossii. *Issledovano v Rossii*. 2004;7:1397–1433. (In Russ.)
24. Dumnov AD. Accounting waste: breakthrough or movement in a circle? *Questions of Statistics*. 2004;(1):34–49.
25. Kupriyanovskii VP, Sinyagov SA, Namiot DE, et al. Transformatsiya promyshlennosti v tsifrovoi ehkonomie — ehkosistema i zhiznennyi tsikl. *International Journal of Open Information Technologies*. 2017;5(1):34–49. (In Russ.)
26. Zhdanova NS, Zhdanov AA, Lymareva JV, et al. Design product projecting made of recycled materials. *Int J Appl Eng Res*. 2015;10(24):45137–45141.

Информация об авторах

Надежда Сергеевна Жданова, кандидат педагогических наук, профессор кафедры «Дизайн», Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Российская Федерация. **E-mail:** gdnacerg@mail.ru

Анна Владимировна Екатеринушкина, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Дизайн», Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Российская Федерация. **E-mail:** savsof@mail.ru

Юлия Сергеевна Антоненко, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Дизайн», Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Российская Федерация. **E-mail:** antilopa632@mail.ru

Information about the authors

Nadezhda S. Zhdanova, Cand. Ped. Sci., Professor of Design Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation. **E-mail:** gdnacerg@mail.ru

Anna V. Ekaterinushkina, Cand. Ped. Sci., Associate Professor of Design Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation. **E-mail:** savsof@mail.ru

Julia S. Antonenko, Cand. Ped. Sci., Associate Professor of Design Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation. **E-mail:** antilopa632@mail.ru