

АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДУЛЬНОЙ УЛИЧНОЙ МЕБЕЛИ В ДИЗАЙНЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ МЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Тикунова Светлана Владимировна,

кандидат философских наук, доцент кафедры дизайна архитектурной среды,
заведующий кафедрой дизайна архитектурной среды,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, Белгород,
e-mail: svetlanatikunova@yandex.ru

Шеремет Алена Анатольевна,

старший преподаватель кафедры дизайна архитектурной среды,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, Белгород,
e-mail: ajiyonka@ya.ru

Анциферов Сергей Игоревич,

кандидат технических наук, доцент кафедры механического оборудования,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, Белгород,
e-mail: anciferov.sergey@gmail.com

УДК: 684.4

DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-27

Аннотация

В статье рассматриваются законы эргономики, антропометрии, формообразования 3D-модели и ее адаптация в городской среде. Дается обзор концепций дизайна; выявляются текущие ограничения и проблемы современных методов проектирования модульной уличной мебели в отношении меняющихся условий городской среды. Технология трехмерной печати занимает важное место в дизайне модульной мебели – сильном глобальном секторе, который быстро реагирует на меняющиеся потребности и ожидания отдельных людей и городской среды. Сегодня инновации в профессии становятся все более важными модусами дизайнерского образования, что дает некую рефлексию и новаторские производственные идеи в области генеративного для новых моделей жизни, в том числе качественной и комфортной городской среды. Конечная цель дизайнера – интеграция качественной модульной мебели для отдыха на свежем воздухе в современные модели жизни. В результате исследований разработаны комплекты модульной городской мебели для кампуса БГТУ им. В.Г. Шухова. Конечная цель состоит в том, чтобы интегрировать цифровые аддитивные в дизайн, а также единство видения и комфортного использования модульных элементов потребителями в городской среде.

Ключевые слова:

3D-печать, дизайн, эргономика, антропометрия, модульная мебель

ASPECTS OF MODULAR OUTDOOR FURNITURE DESIGN FOR AN URBAN ENVIRONMENT FOR CHANGING CONDITIONS AND FUNCTIONS

Tikunova Svetlana V.

PhD. (Philosophy), Associate Professor,
Head of the Department of Architectural Environment Design,
Belgorod State Technological University,
Russia, Belgorod,
e-mail: svetlanatikunova@yandex.ru

Sheremet Alena A.

Senior Instructor, Department of Architectural Environment Design,
Belgorod State Technological University,
Russia, Belgorod,
e-mail: ajjyonka@ya.ru.

Antsiferov Sergey I.

PhD. (Engineering), Associate Professor, Department of Mechanical Equipment,
Belgorod State Technological University,
Russia, Belgorod,
e-mail: anciferov.sergey@gmail.com

УДК: 684.4

DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-27

Abstract

The article discusses the laws of ergonomics, anthropometry, 3D model form building and its adaptation in an urban environment. An overview of design concepts is given, and current methodological limitations and challenges of modular street furniture design in the context of changing urban environments are identified. 3D printing technology occupies an important place in modular furniture design, a strong global sector that quickly responds to the changing needs and expectations of individuals and urban environments. Today, innovations in the profession are becoming increasingly important modalities of design education, providing grounds for reflection and innovative production ideas for the generation of new models of life, including high-quality and comfortable urban environment. The goal of the designer is to integrate high-quality modular furniture for outdoor recreation into modern lifestyle models. This research work resulted in the development of sets of modular urban furniture have been developed for the campus of V.G. Shukhov State Technical University in Belgorod. The ultimate goal is to integrate digital additive technologies into design and to ensure the unity of the vision and comfortable use of modular elements by consumers in an urban environment.

Keywords:

3D printing, design, ergonomics, anthropometry, modular furniture

Введение

В современном обществе основной задачей дизайна и искусства является создание комфортной среды обитания. Поэтому многофункциональная мебель и дизайн изделий требуют большего внимания и развития. С интегральным использованием цифровых технологий аддитивное производство перестает быть экзотической и сложно реализуемой сферой деятельности. Для реализации задач квалификации с наиболее эффективным результатом трехмерная печать

готова внедриться в многочисленные области, включая автомобилестроение, здравоохранение, строительство, архитектуру, современное искусство, промышленный дизайн.

Цель проведенного исследования – реализация профессиональных компетенций в условиях инновационной деятельности в инженерном и генеративном проектировании. Разработан систематический подход развития и широкого внедрения 3D-аддитивных технологий в РФ. Одна из ключевых позиций в достижении этой цели – создание новых технологий дизайна и дальнейшего производства модульной уличной мебели, отвечающей всем требованиям создания комфортной городской среды.

В современном обществе профессия дизайнера архитектурной среды, несмотря на наличие множества отличий в направлениях деятельности, имеет общие черты. Благодаря новым передовым технологиям архитекторы-дизайнеры стали наиболее востребованными специалистами. Современные технологии конструирования, проектирования и 3D-прототипирования позволяют реализовать самые смелые архитектурные формы и дизайнерские объекты, концепция которых может быть основана не только на простых геометрических формах, но и на конструктивной системе геонических и бионических форм и оболочек любой кривизны поверхности.

Компьютерная программа при этом способна быстро и легко рассчитать любую задуманную форму и характеристики ее структуры, что облегчает выполнение профессиональных проектных задач. 3D-моделирование – обязательный этап в аддитивных технологиях как процессе послойного соединения материалов для создания объектов на основе данных трехмерной цифровой модели [1–5].

Основные устройства для использования аддитивных технологий – 3D-принтеры. Основой для выращивания изделия является 3D-моделирование. Несомненное достоинство аддитивных технологий состоит в том, что значительно сокращаются сроки решения проектных задач на всех этапах дизайн-проектирования, а также наглядного представления продукта дизайна. Классическая схема устройства 3D-принтера работает по технологии FDM (послойное выращивание, наплавление модели), при которой создается форма любой конфигурации со сложными контурами и рельефной поверхностью, разной шероховатостью и фактурой. Производится наплавление полимера через экструзивную головку принтера на поверхность разогретого стола рабочего поля. После завершения слоя печати головка смещается вверх на заданное разрешение печати расстояние и печатает (наплавляет) новый слой. Цикл повторяется до полного завершения печати – выращивания. Полимеру по ходу печати необходимо успевать остывать, чтобы не терять форму, не оседать. Консольные, навесные элементы изделия требуют дополнительной доработки модели, так называемые «поддержки». Это дополнительные ребра жесткости, опорные элементы, которые не дают консольным элементам изделия проседать, пока полимер не застыл и не приобрел конечную жесткость, заданную его свойствами. Ребра поддержки задаются специальной утилитой в среде моделирования или программой печати – выращивания изделия. Затем эти элементы вручную удаляются. Также дополнительной утилитой задаются плотность ребер жесткости (заполняемость) внутри модели, что способствует легкости, конструктивной прочности модели, экономии материала без потери конструктивно-эксплуатационных свойств модели.

Для принтера в зависимости от эксплуатационных свойств изделия применяются различные материалы: пластики, резина, полимеры, металлы и многие другие. 3D-принтеры обладают как монохромной, так и цветной печатью. Рынок аддитивных технологий делят на две основных сферы:

1. 3D-принтеры начального уровня, включающие программное обеспечение и расходные материалы, предназначенные для сферы образования и 3D-визуализации творческих идей.

2. Профессиональные, сложные, точные и дорогостоящие 3D-принтеры, используемые в прогрессивных производствах для расширенного воспроизводства и требующие для обслуживания высококвалифицированных специалистов по аддитивным технологиям.

Технологий выращивания насчитывается более десятка видов, различные модификации продолжают развиваться и технологически совершенствоваться. Наиболее распространенные виды аддитивных технологий, оптимальные для использования в образовательных учреждениях и, в частности, в подготовке дизайнеров следующие:

1. SLA (Stereolithography) — стереолитографическая лазерная печать с высокой детализацией, одна из первых аддитивных технологий. Фотополимер с добавленным в него реагентом-отвердителем наносится на модель послойно. Под воздействием лазера происходит затвердевание облучаемой области. Фотополимер имеет свойства полупрозрачного состава, легко обрабатывается, склеивается и окрашивается. SLS (Selective laser sintering) – технология рассчитана на работу с порошковыми полимерами и металлами. Наносимый состав спекается под воздействием лазера. Изделия получаются с высоко прочностными эксплуатационными свойствами.

2. HRM — это послойное выращивание модели с помощью термопластика и вспомогательных растворимых материалов. Используется данная технология для создания конструктивно сложных многоуровневых моделей с множеством полостей и функциональных отверстий. Изделия получаются прочные к механическим и химическим воздействиям.

3. CJP (ColorJet printing) – 3D-полноцветная печать с принципом склеивания порошка, состоящего из гипса.

Аддитивные технологии широко распространились во многих различных отраслях, включая промышленный дизайн. Массовое производство городской мебели по-прежнему производится традиционными методами, однако 3D-печать стала альтернативным методом проектирования и применения на рынке в XXI в. Это отличный инструмент для производства высококачественной модульной мебели.

В отличие от общей традиционной мебели, каждая часть модульной мебели может быть разобрана и собрана пользователем, и различные формы продукта могут быть собраны в соответствии с их собственными потребностями. Коллекция модульных элементов обеспечивает наиболее полную свободу трансформации в условиях городской среды, что обеспечивает ее многофункциональность. В последние годы благодаря развитию технологии дизайна интерьера и постоянному обновлению технологии производства постепенно появляются преимущества технологии модульного дизайна мебели [6].

Дизайн модульной мебели посвящен смелому применению новых материалов в дизайне продукта, таких как немецкие нанооблицовочные панели и ультра-белое углеродистое стекло. В дизайне модульной мебели можно встретить смелые решения в отношении цвета, различные цветовые комбинации, такие как темно-зеленый и розовое золото, придают мебели уникальность. Модульная конструкция универсальна и может создавать различные продукты в разных комбинациях. Мебельная система построена на одном модуле, что позволяет изменить внешний вид и функционирование мебели в соответствии с различными потребностями [7]. В то же время модульная конструкция позволяет избежать недостатков традиционной мебели, а обновление одного модуля снижает стоимость обновления мебели для потребителей и расход ресурсов [8].

Модульная концепция дизайна мебели в сочетании с использованием новых цветов и материалов может представить пространство как современным, так и стильным (рис. 1).

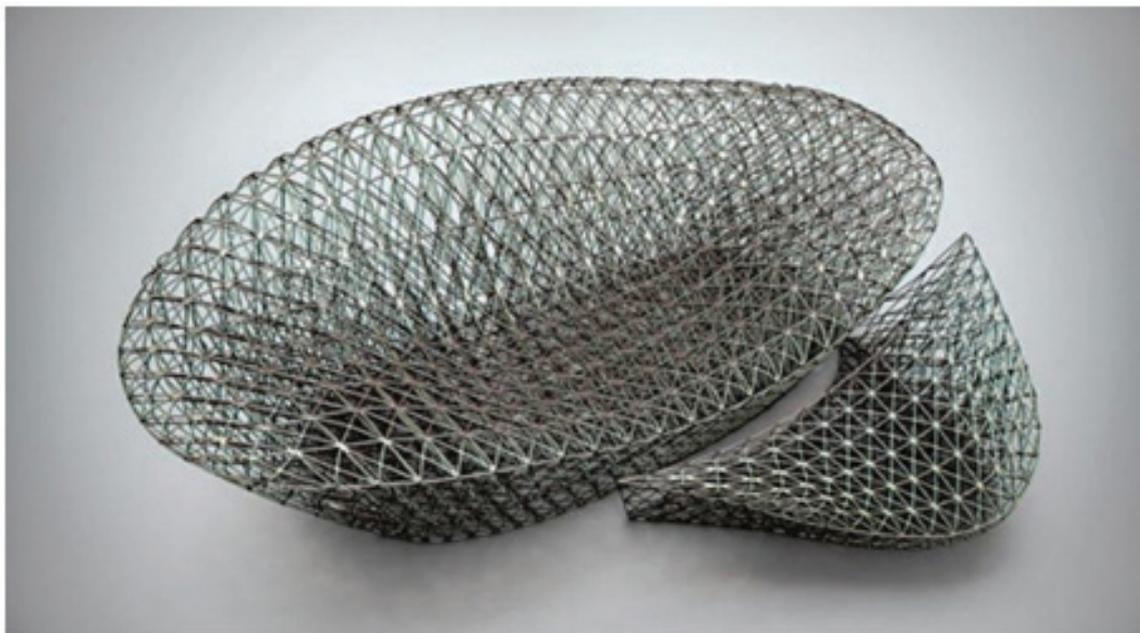


Рис. 1. Креативный шезлонг Sofa So Good. 3D-System.

Источник: https://www.mebel-premium.ru/novosti/3d_sofa_ot_finskogo_dizaynera.html

Факторы, влияющие на дизайн мебели, имеют следующие аспекты:

1. Использование мебели. Существование любого предмета мебели имеет особые функциональные требования, так называемую функцию использования, которая является предпосылкой дизайна мебели. Функция использования включает два аспекта, один из которых заключается в удовлетворении и решении потребностей людей в повседневной жизни с учетом антропометрии.

2. Материально-технические условия. Материально-технические условия включают три аспекта:

- 1) экоматериалы, используемые при проектировании и изготовлении мебели,
- 2) основная структура и конструкция мебели,
- 3) технология обработки этих материалов и конструкций. Это материально-техническая база для формирования мебели [9].

Метод анализа проектируемой среды подразумевает изучение аналогов, существующих на рынке, концептов и прототипов, разбор их качеств – как положительных, так и отрицательных. Главное внимание при анализе мебельных аналогов будет уделяться антропометрическим показателям, конструктивным и функциональным особенностям и эстетическому образу. После анализа положительных и отрицательных черт у аналогов формулируются задачи для дальнейшей работы.

Согласно модульной концепции, отдельные части объекта самодостаточны и могут быть использованы автономно. В идеале разработанный модуль должен представлять собой форму, которая может существовать как самостоятельно, так и быть частью композиции, состоящей из множества модулей, которая может быть усложнена при добавлении модулей. Используя модульную сетку, можно задать необходимые рамки и границы для последующей разработки необходимого объекта.

Высококачественная модульная мебель была разработана дизайнерами, стремящимися к инновациям и минимализации формы. Этот процесс приводит к созданию конструкций, которые трудно или даже невозможно изготовить с помощью пресс-форм. 3D-печать дает больше свободы для легкого создания сложных геометрических конфигураций.

Хотя технология 3D-печати в основном разрабатывается как инструмент для создания прототипов, она постепенно играет более активную роль в производственных процессах. По мере совершенствования технологий стало возможным изготавливать даже инструменты и пресс-формы, используемые для традиционного производства, с помощью 3D-принтеров.

В рамках исследования на примерах было рассмотрено использование аддитивных технологий в дизайне мебели. Кресла Bow и Rise – последние результаты обширных продолжающихся исследований, которые Zaha Hadid Architects проводили в областях 3D-печати и экспериментов с материалами (рис. 2а). Эти произведения искусства объединяет «нетронутый дизайн», обычно встречающийся в природе. Bow и Rise были напечатаны с помощью экструдера с гранулами, в котором использовались необработанные пластиковые частицы, а не нить. Выбранный пластик представляет собой PLA – нетоксичный, биоразлагаемый материал из возобновляемых источников.

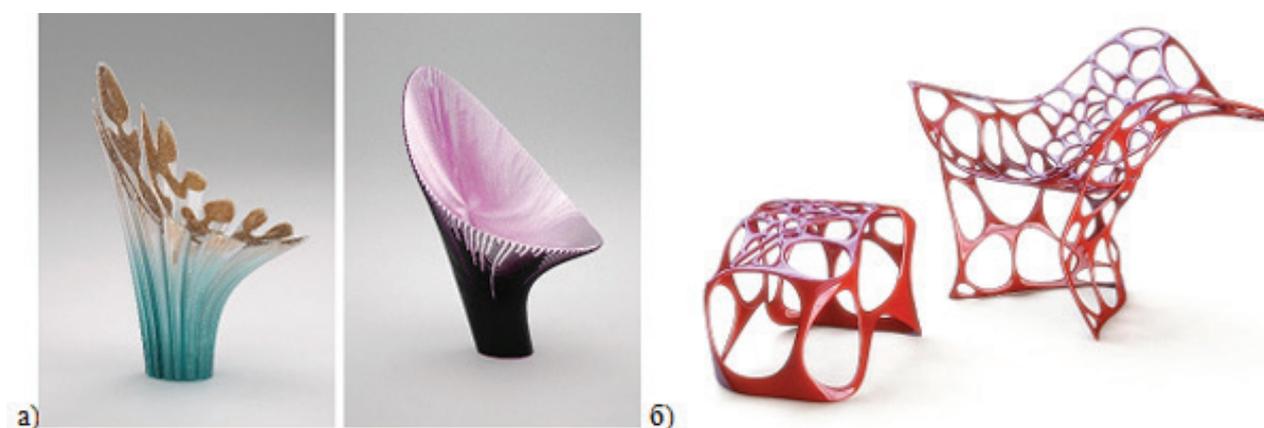


Рис. 2. а) 3D-кресла от Zaha Hadid Architects, Посса Лавгроува и Дэниела Уидрига.

Источник: <https://mobilllegends.net/kata-pujian-udin-berbagi-kue> ;

б) мебель «Морской кот» (Batoidea) от Peter Donders (Бельгия).

точник: <https://www.magazindomov.ru/2011/07/08/batoidea/>

Мебель Batoidea, выполненная 3D-печатью, – это предметы мебели замечательной формы, разработанные Питером Дондерсом (рис. 2б). Этот набор мебели премиум-класса продается по цене 26 378 долларов США и является частью коллекции с ограниченным тиражом. Оба изделия были созданы из 3D-печатных песчаных форм, что, по словам художника, является точно таким же методом, который использовался для создания внутреннего ядра двигателя Ferrari. Всего потребовалось пять деталей для песчаных форм, изготовленных сервисом Voxeljet в Аугсбурге, Германия.

Тонкостенные алюминиевые литые конструкции затем были окрашены с использованием той же технологии, которую использует Ferrari для окраски кузова своих суперкаров, что объясняет высокую стоимость.

Материалы и методы. В результате анализа прототипов сделан вывод, что многофункциональных предметов существует великое множество, но некоторые из них утратили уникальность дизайна, а качество материалов этих объектов оставляет желать лучшего. Одна из задач данной работы – обосновать использование в модульных конструкциях экономичных и экологичных материалов, сочетая традиционные для мебельной промышленности материалы с инновационными. Все это позволит удовлетворить потребности даже самых взыскательных потребителей разной возрастной категории. Поэтому мебельная коллекция будет изготавливаться в нескольких вариантах и комбинациях материала, учитывая индивидуальность потребителей.

Результатом анализа формы стало ее упрощение, улучшение и создание современной эффективной модульной уличной мебели методом 3D-печати. Для усиления конструкции для конечного продукта объекты сконструированы из термостойкого бруса и металлического каркаса. Основание, выполненное из камня Hi-MACSM904 Naples, поможет обеспечить большую устойчивость базы и безопасность пользователей. Быстрая автоматизация возведения методом аддитивной печати дает дизайнеру возможность улучшить форму и одновременно сэкономить материальные затраты.

Готовые изделия и материалы из термодревесины обладают высокой влагостойкостью и стабильными размерами. Популярность изготовления уличной мебели из термодревеса возросла и продолжает расти, поскольку все продукты можно использовать на открытом воздухе в любом климате.

Методологические средства эргономики, обеспечивающие системный подход к исследованию и проектированию, эффективны для системного моделирования объектов. При эргономическом проектировании следует учитывать те взаимосвязи между различными элементами производственной системы, которые оказывают воздействие на напряженное состояние человека. Многие факторы, могут иметь значимое влияние на организацию производственной системы из отдельных производственных процессов. Если воздействие указанных факторов приводит к нежелательным результатам на выходе системы, не соответствующим установленным требованиям, то должны быть найдены альтернативные конструкционные решения [10].

Размеры спроектированных объектов подбирались исключительно по антропометрическим данным человека. В мебельном дизайн-проектировании важную роль играет безопасность эксплуатации. Поэтому следует учесть меры безопасности в модульном комплексе.

В презентационную часть проекта как объектов исследования входят основные концепция и чертежи. Все решения были разработаны с помощью предварительного модульно-пропорционального анализа. Главное назначение графического материала – наглядная демонстрация функциональных, эргономических, композиционных, эксплуатационных и структурных свойств разрабатываемого объекта. Презентационный материал должен не только описывать объект, но и интегрировать его в существующую среду. Соответственно, все части демонстрационного материала должны иметь общий стиль, формируемый преимущественно цветом, шрифтовыми группами и художественными элементами (рис. 3–6).

Основная эстетическая идея, лежащая в основе дизайна набора городской мебели для кампуса БГТУ им. В.Г. Шухова, заключалась в простоте, повторении элементов, чтобы внедрить 3D-печать в его производство, а также для единства видения и использования потребителями в городской среде. Проектирование модульной уличной мебели – это междисциплинарное направление, которое требует хорошего понимания различных аспектов процесса производства: материалов, цифровых технологий, социологических и антропологических аспектов (люди, их образ жизни и культура использования мебели), городской политики в области озеленения и многих других моментов.

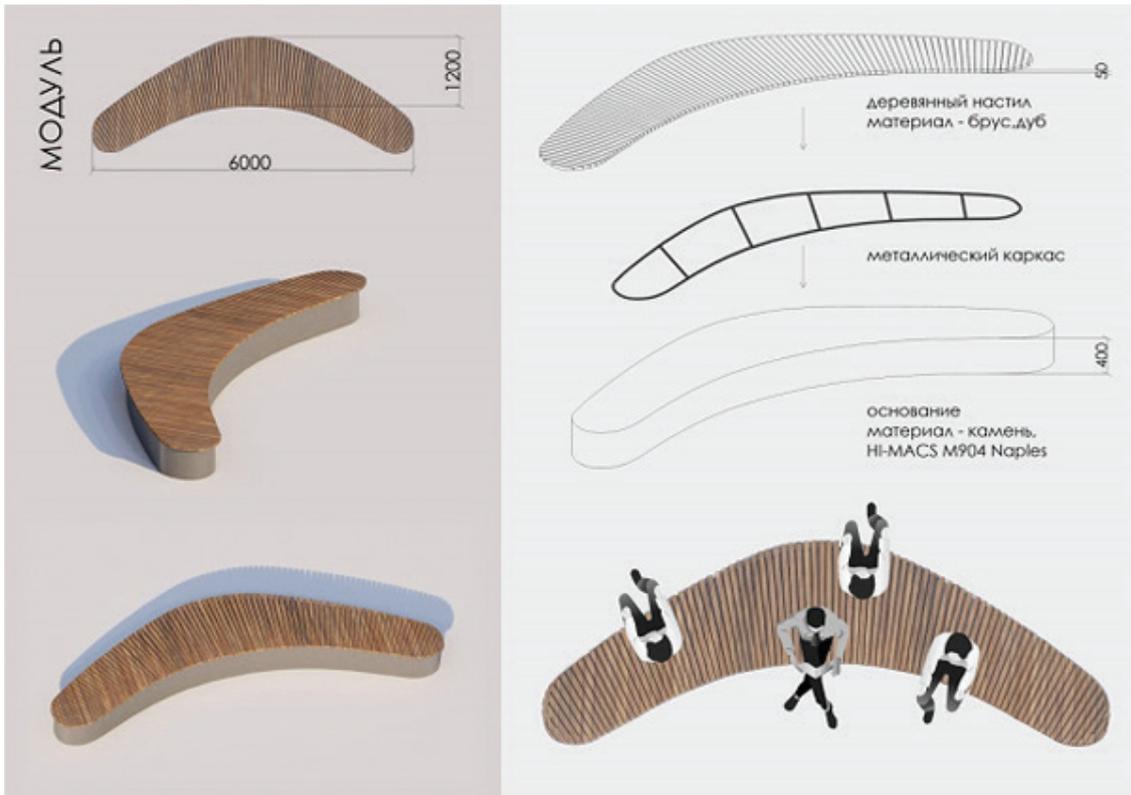


Рис. 3. Дизайн-концепция модульной мебели входной группы ГУК БГТУ им. В.Г. Шухова. Автор: С.В. Тикунова



Рис. 4. Дизайн интерьера пространства холла 1-го этажа БГТУ им. В.Г. Шухова. Автор: С.В. Тикунова



Рис. 5. Дизайн-концепция парковой мебели «Nature» (БГТУ им. В.Г. Шухова). Автор Д.В. Гнездилов

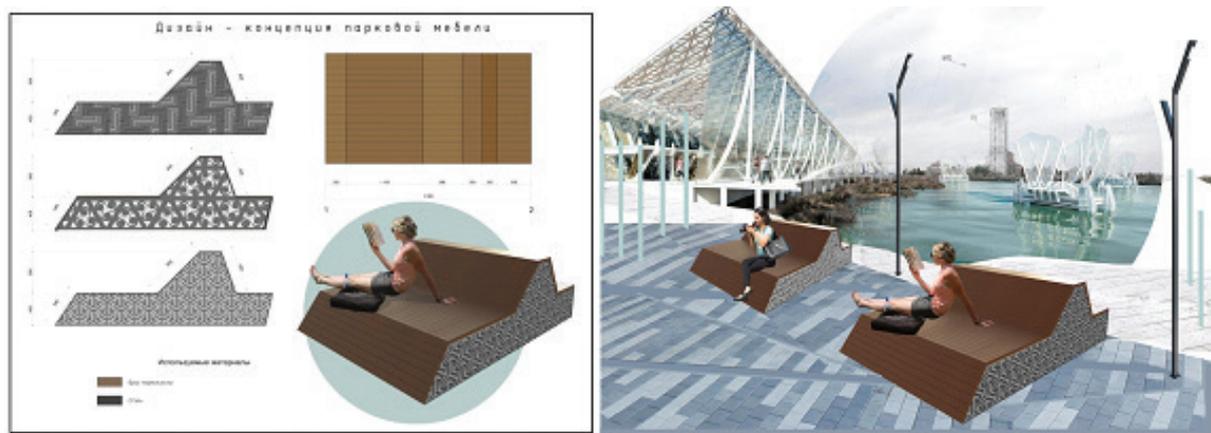


Рис. 6. Дизайн-концепция парковой мебели «Nature» (БГТУ им. В.Г. Шухова). Автор Д.В. Гнездилов

Выводы

Модульная разработка эффективна с экономической точки зрения, исходя из анализа сравнения ее с традиционной мебелью и единичными дизайнерскими разработками. Данная коллекция эргономична, комфортна и многофункциональна в использовании, а индивидуальный цветовой дизайн модульной конструкции позволит не ограничивать потребителя при интеграции модулей в городскую среду.

Подводя итоги, можно говорить о структуре и комплексном подходе при проектировании в дизайне. Проведен анализ существующих аналогов модульных разработок с точки зрения их функциональных, эргономических и технических характеристик. Установлено, что современные дизайнеры мебели и промышленных изделий стремятся создать функциональную улучшенную среду обитания, что напрямую влияет на образ и качество жизни людей. В условиях быстрых изменений забота об обществе и окружающей среде, интеграция в него цифровых аддитивных технологий является проблемой, которая требует внимания в процессе проектирования.

Работа выполнена в рамках Программы «Приоритет 2030» на базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Библиография

1. Panda, B. Anisotropic mechanical performance of 3D printed fiber reinforced sustainable construction material / B. Panda, S.C. Paul, M.J. Tan // *Materials Letters*. – 2017. – № 209. – P. 146–149.
2. Perrot, A. Structural built-up of cement-based materials used for 3Dprinting extrusion techniques / A. Perrot, D. Rangeard, A. Pierre // *Materials and Structures*. 2016. – № 49. – P. 1213–1220.
3. Кудрявцева, И.С., Месяченко, А.А. 3D принтеры в строительстве / И.С. Кудрявцева, А.А. Месяченко // *Науч. вестн. Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Серия: Инновации в строительстве*. – 2016. – № 2. – С. 38–41.
4. Кулеш, И.И. Инновационное развитие 3d-технологий / И.И. Кулеш, М.А. Рагозина, В.А. Федоров // *Наука сегодня: вызовы и решения: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Город?*, 2018. – С. 38–39.
5. Wong, K.V., Hernandez, A. A Review of Additive Manufacturing / K.V. Wong, A. Hernandez // *ISRN Mechanical Engineering*. – 2012. – 10 p.

6. Азаров, И. В., Бобиков, П.Д. Конструирование мебели / И. В. Азаров, П.Д. Бобиков. – М.: Высшая школа, 2015. – 255 с.
7. Балашов, К. Встроенная мебель / К. Балашов. – М.: Мир Книги Ритейл, 2013. – 689 с.
8. Бобиков, П.Д. Мебель для нашего дома / П.Д. Бобиков. – М.: Нива России, 2013. – 288 с.
9. Барташевич, А.А., Онегин, В.И. Конструирование мебели: учеб. пособие / А.А. Барташевич, В.И. Онегин. – М.: Феникс, 2015. – 272 с.
10. Золотое сечение и числа Фибоначчи [Электронный ресурс]. – URL: <http://alexandrgilenko.com/zolotoe-sechenie-i-chislafibonachchi/>
11. Абакумов, Р.Г. Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве / Р.Г. Абакумов, А.Е. Наумов, А.Г. Зобова // Вестн. Белгород. гос. технолог. ун-та им. В.Г. Шухова. – 2017. – Т. 2. – № 5. – С. 171–181.
12. Вехтер, Е.В. Информационные технологии как средство развития изобразительных навыков дизайнеров (на примере пакета интерактивных заданий для морфологического анализа) / Е.В. Вехтер, Т.Д. Казакова, В.Ю. Радченко // Молодежь и современные информационные технологии: сб. тр. XVI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – 448 с.
13. Тикунова, С.В. Идентичность человека и городского архитектурно-ландшафтного пространства: точки пересечения и разрыва / С.В. Тикунова // Вестн. Моск. гос. ун-та культуры и искусств. – 2021. – №. 2 (100). – С. 88–95.
14. Колин, Э. Среда обитания. Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие / Э. Колин. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 288 с.
15. Лесовик, В.С. Геоника (геомиметика) и поиск оптимальных решений в строительном материаловедении / В.С. Лесовик, А.А. Шеремет, И.Л. Чулкова, А.Э. Журавлева // Вестн. Сибирск. гос. автомобильно-дорожного ун-та. – 2021Т. – 18. – №. 1 (77). – С. 120–134.
16. Ефимов, А.В., Мина, А.П. Феномен городской идентичности / А.В. Ефимов, А.П. Мина // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – № 1 (54). – С. 262–267.
17. Астахова, Т.Н. Реализация технической идеи при помощи 3D-прототипирования / Т.Н. Астахова, А.А. Капанов, В.В. Косолапов // Перспективные направления развития отечественных информационных технологий: мат-лы III межрегион. науч.-практ. конф., 2017. – С. 117–119.
18. Василенко, Е.В., Мурадова, В.В. 3D-печать и ее применение в дизайне / Е.В. Василенко, В.В. Мурадова // Modern Science. – 2019. – № 7 (2). – С. 39–42.
19. Сергеева, О.Ю. Аддитивные технологии и 3D-моделирование / О.Ю. Сергеева // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Т. 10. – № 4. – С. 142–158.
20. Говядин, И.К. Технология 3D-печати как метод раскрытия новых творческих возможностей в архитектуре и дизайне / И.К. Говядин // Чтения памяти Т.Б. Дубяго: сб. тр. междунар. конф. – СПб., 2019. – С. 111–113
21. Aydin, M. Additive manufacturing: is it a new era for furniture production / M. Aydin // Journal of Mechanics Engineering and Automation. – 2015. – Т. 5. – №. 1. – P. 338–347.
22. Liang L. Study on 3D printed graphene/carbon fiber multi-scale reinforced PLA composites / L. Liang, T. Huang, S. Yu, W. Cao, T. Xu // Materials Letters. – 2021. – Т. 300. – P. 130173.
23. Eti Proto, M., Koç Sağlam, C. Furniture Design Education with 3D Printing Technology [Электронный ресурс] / M. Eti Proto, C. Koç Sağlam // D. Scaradozzi, L. Guasti, M. Di Stasio, B. Miotti, A. Monteriù, P. Blikstein (eds). Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environment: Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol 240. – P. 97–105. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_13
24. Kim, S. Exploring the Potential of 3D Printing Technology in Landscape Design Process. Land. Exploring the Potential of 3D Printing Technology in Landscape Design Process // S. Kim, K. An, Y. Shin, J. Park, S. Lee // Land. – 2021. – Т. 10. – №. 3. – P. 259.

25. Ford, S. & Minshall, T. Where and how 3D printing is used in teaching and education / Ford, S. & Minshall, T. // *Invited Review Article*. – 2019. – No 25. – P. 131–150.
26. Анциферов, С.И. Применение аддитивных технологий при обратном инжиниринге / С.И. Анциферов, Д.В. Богданов, Л.А. Сиваченко, Е.А. Сычев, А.В. Карачевцева // *Технологии аддитивного производства*. – 2019. – Т. 1. – №. 1. – С. 47–47.
27. Анциферов, С.И. Применение аддитивных технологий при цифровом проектировании / С.И. Анциферов, Л.А. Сиваченко, Е.А. Сычев, Д.А. Морозов, Л.С. Кулаков // *Технологии аддитивного производства*. – 2019. – Т. 1. – №. 2. – С. 31–31.
28. Беспалова, О.Ю. Эргономика - естественная основа дизайна / О.Ю. Беспалова // *Образование. Наука. Производство: XIII Междунар. молодежный форум, Белгород, 08–09 октября 2021 года*. – Белгород: Белгородский гос. технолог. ун-т им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 58–61.
29. Глаголев, Е.С. 3D-печать зданий и строительных компонентов как будущее устойчивого развития строительства / Е. С. Глаголев, А.А. Бычкова, В.С. Лесовик // *Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека: II Междунар. онлайн-конгресс, посвященный 30-летию кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций*. – Белгород: Белгородский гос. технолог. ун-т им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 303–309.
30. Bijker, W. The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology / W. Bijker, T. Hughes, T.J. Pinch Cambridge, MA: MIT Press. 1987. – 425 p.
31. Brandes, U. Design by use / U. Brandes, S. Stich, M. Wender. – Basel: Birkhäuser, 2009. – 192 p.
32. Бахлова, Н.А. Цифровые технологии в дизайн-образовании / Н.А. Бахлова // *Науч. тр. Калуж. гос. ун-та им. К.Э. Циолковского: мат-лы регион. универ. науч.-практ. конф.* – Калуга: КГУ им. К.Э. Циолковского, 2019. – С. 539–546.
33. Junk, S., Matt, R. New approach to introduction of 3D digital technologies in design education / S. Junk, R. Matt // *Procedia Cirp*. – 2015. – Т. 36. – P. 35–40.
34. Drazin, A. Design anthropology: Working on, with and for digital technologies / A. Drazin // *Digital Anthropology*. – Routledge, 2020. – P. 245–265.
35. Шеремет, А.А. Текущая ситуация и перспективы применения бетона для строительной 3d-печати / А.А. Шеремет // *Университетская наука*. – 2020. – №. 2. – С. 129–131.

References

1. Panda, B., Paul, S.C., Tan, M.J. (2017). Anisotropic mechanical performance of 3D printed fiber reinforced sustainable construction material. *Materials Letters*, No. 209, pp.146–149.
2. Perrot, A., Rangedard, D., Pierre, A. (2016). Structural built-up of cement-based materials used for 3Dprinting extrusion techniques. *Materials and Structures*, No. 49, Pp.1213–1220.
3. Kudryavtseva, I.S., Mesyachenko, A.A. (2016). 3D printers in construction. *Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Innovations in Construction*, No. 2, pp. 38–41. (in Russian).
4. Kulesh, I.I., Ragozina, M.A., Fedorov, V.A. (2018). Innovative development of 3d technologies. In: *Science Today: Challenges And Solutions: proceedings of the international scientific and practical conference: in 2 parts*, pp. 38–39. (in Russian).
5. Wong, K.V., Hernandez, A. (2012). *A Review of Additive Manufacturing*. ISRN Mechanical Engineering.
6. Azarov, I. V., Bobikov, P.D. (2015). *Furniture Design*. Moscow: Higher School, 255 p. (in Russian).
7. Balashov, K. (2013). *Built-in furniture*. Moscow: World of Book Retail. (in Russian).
8. Bobikov, P.D. (2013). *Furniture for our house*. Moscow: Niva of Russia. (in Russian).

9. Bartashevich, A.A., Onegin, V.I. (2015). Furniture Design. Moscow: Phoenix. (in Russian).
10. The Golden Ratio and Fibonacci Numbers [Online]. Available from: <http://alexandrgilenko.com/zolotoe-sechenie-i-chislafibonachchi> (date of access: 23.05.2022).
11. Abakumov, R.G., Naumov, A.E., Zobova, A.G. (2017) Advantages, tools and efficiency of information modeling technologies in construction. Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Vol. 2, No. 5, pp. 171–181. (in Russian).
12. Vekhter, E.V., Kazakova, T.D., Radchenko, V.Y. (2018). Information technologies as a means of developing the imaginative skills of designers (on the example of a package of interactive tasks for morphological analysis). In: Young people and modern information technologies: proceedings of the 16th International Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young scientists. Tomsk: TPU. (in Russian).
13. Tikunova, S.V. (2021). The identity of man and urban architectural and landscape space: points of intersection and discontinuity. Bulletin of the Moscow State University of Culture and Arts, No. 2 (100), pp. 88–95. (in Russian).
14. Colin, E. (2020). Habitat. How architecture affects our behavior and well-being. Translated from English by E.Koryukina and A.Vasilyeva. Moscow: Alpina Publisher. (in Russian).
15. Lesovik, V.S., Sheremet, A.A., Chulkova, I.L., Zhuravleva, A.E. (2021). Geonics (geomimetics) and the search for optimal solutions in building materials science. Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University, Vol. 18, No. 1 (77), pp. 120–134. DOI:10.26518/2071-7296-2021-18-1120-134. (in Russian).
16. Efimov, A.V., Mina, A.P. (2021). Phenomenon of urban identity. Architecture and Modern Information Technologies, No. 1 (54), pp. 262–267. (in Russian).
17. Astakhova, T.N., Kapanov, A.A., Kosolapov, V.V. (2017). Implementation of a technical idea using 3D prototyping. In: Promising directions of development of domestic information technologies: Proceedings of the III interregional scientific and practical conference, pp. 117–119. (in Russian).
18. Vasilenko E.V., Muradova, V.V. (2019). 3D printing and its application in design. Modern Science, No. 7 (2), pp. 39–42. (in Russian).
19. Sergeeva, O.Yu. (2018). Additive technologies and 3D modeling. Nanotechnologies in Construction, Vol. 10, No. 4, pp. 142–158. (in Russian).
20. Govyadin, I.K. (2019). 3D printing technology as a method of revealing new creative possibilities in architecture and design In: Readings in memory of T.B. Dubyago. Proceedings of the International Conference. Saint Petersburg, pp. 111–113. (in Russian).
21. Aydin M. (2015). Additive manufacturing: is it a new era for furniture production. Journal of Mechanics Engineering and Automation, Vol. 5, No. 1, pp. 338–347.
22. Liang, L., Huang, T., Yu, S., Cao, W., Xu, T. (2021). Study on 3D printed graphene/carbon fiber multi-scale reinforced PLA composites. Materials Letters, Vol. 300, p. 130173.
23. Eti Proto, M., Koç Sağlam, C. (2021). Furniture Design Education with 3D Printing Technology. In: Scaradozzi, D., Guasti, L., Di Stasio, M., Miotti, B., Monteriù, A., Blikstein, P. (eds.) Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments. Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 240, pp. 97–105. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_13.
24. Kim, S., Shin, Y., Park, J., Lee, S., An, K. (2021). Exploring the Potential of 3D Printing Technology in Landscape Design Process. Land, Vol. 10, No. 3, pp. 259.
25. Ford, S. and Minshall, T. (2019). Where and how 3D printing is used in teaching and education. Invited Review Article, No. 25, pp. 131–150.
26. Antsiferov, S.I., Bogdanov, D.V., Savchenko, L.A., Sychev, E.A., Karachevtseva, A.V. (2019). Application of additive technologies in reverse engineering. Technologies of Additive Manufacturing, Vol. 1, No. 1, pp. 47–47. (in Russian).

27. Antsiferov, S.I., Sivachenko, L.A., Sychev, E.A., Morozov, D.A., Kulakov, L.S. (2019). Application of additive technologies in digital design. *Technologies of Additive Manufacturing*, Vol. 1, No. 2, pp. 31–31. (in Russian).
28. Bespalova, O.Yu. (2021). Ergonomics - the natural basis of design. In: *Education. Science. Production: the 13th International Youth Forum, Belgorod, 08–09 October 2021*. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, pp. 58–61. (in Russian).
29. Glagolev, E.S., Bychkova, A.A., Lesovik, V.S. (2019). 3D printing of buildings and building components as the future of sustainable development of construction. In: *Nature-like technologies of building composites for the protection of human habitat: 2nd International Online Congress dedicated to the 30th anniversary of the Department of Building Materials Science, Products and Structures*. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, pp. 303–309. (in Russian).
30. Bijker, W., Hughes, T., Pinch, T.J. (1987) *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge, MA: MIT Press.
31. Brandes, U., Stich, S., Wender, M. (2009) *Design by use*. Basel: Birkhäuser.
32. Bakhlova, N.A. (2019). Digital technologies in design education. In: *Scientific works of Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky: Proceedings of the regional university scientific and practical conference*. Kaluga: Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, pp. 539–546. (in Russian).
33. Junk, S., Matt, R. (2015). New approach to introduction of 3D digital technologies in design education. *Procedia Cirp*, Vol. 36, pp. 35–40.
34. Drazin, A. (2020). Design anthropology: Working on, with and for Digital Technologies. In: Horst, H., Miller, D. (eds.) *Digital Anthropology*. London: Routledge, pp. 245–265.
35. Sheremet, A.A. (2020). Current situation and prospects for concrete application in 3d printing in construction. *University Science*, No. 2, pp. 129–131. (in Russian).



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).
4.0 Всемирная

Дата поступления: 02.10.2022