

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет  
Факультет технологий управления и гуманитаризации

ИННОВАЦИИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ И УПАКОВКЕ

Материалы статей  
76-ой научно-технической конференции профессорско-  
преподавательского состава, научных работников, докторантов и  
аспирантов БНТУ  
28 февраля 2023 г

Минск  
БНТУ  
2023

Редакционная коллегия:

Д.М. Медяк (председатель), И.И. Карпунин (зам. председателя),  
А.В. Садовская (секретарь), И.И. Вага, П.А. Кашевский, Е.А. Коротыш

Составитель: А.В. Садовская, доцент кафедры «Промышленный дизайн и  
упаковка» Белорусского национального технического университета,  
кандидат технических наук

Издание содержит материалы, касающиеся развития современных упаковочных материалов, технологий производства и переработки упаковки; вопросов, касающихся промышленного дизайна современного производственного оборудования, узлов и агрегатов; информационных технологий в производстве и развитии упаковки и оборудования. Предназначено для научно-педагогических работников, студентов, магистрантов и аспирантов.

©Белорусский национальный  
технический университет, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Медяк Д.М., Костюк И.В.</i> <i>Реализация защитного комплекса в дизайне упаковки .....</i>	<i>4</i>
<i>Коротыш Е.А.</i> <i>Формирование технологичности упаковки на различных этапах проектирования.....</i>	<i>7</i>
<i>Кашевский П.А.</i> <i>Художественная образность шрифта в дизайне упаковки.....</i>	<i>9</i>
<i>Садовская А.В., Новикова А.И.</i> <i>Анализ конструкций и разработка дизайна упаковки для кондитерских изделий.....</i>	<i>13</i>
<i>Ешбаева У. Ж.</i> <i>Влияние гидролизованных отходов синтетического пан волокна на свойства упаковочной бумаги.....</i>	<i>17</i>
<i>Зык Н.В., Шункевич В.О.</i> <i>Синтез гексафторосиликатов щелочных и щелочноземельных металлов при переработке отходов производства стеклоизделий .....</i>	<i>21</i>
<i>Стригельская И.В.</i> <i>Современные образовательные технологии в подготовке специалистов в области промышленного дизайна и упаковочного производства.....</i>	<i>24</i>
<i>Селиванова В. П.</i> <i>Перспективы применения технологии трафаретной печати в образовательном процессе.....</i>	<i>28</i>
<i>Медяк Д.М.</i> <i>Современный дизайн – эргономичный дизайн.....</i>	<i>32</i>
<i>Высоцкая Н.В., Микульчик С.Ю.</i> <i>Экономическая оценка дизайна .....</i>	<i>35</i>
<i>Александров В.М., Петренко Е.А., Пентковский И.С.</i> <i>Моделирование изделий сложной формы для 3d-печати .....</i>	<i>40</i>

**УДК 655.527**

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАЩИТНОГО КОМПЛЕКСА В ДИЗАЙНЕ УПАКОВКИ**

Медяк Д.М., к.т.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой «Промышленный дизайн и упаковка», Костюк И.В., магистрант

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

В работе [1] было показано, что упаковочная продукция нуждается в защите от подделки наряду с ценной и защищенной продукцией. От подлинности упаковки и находящегося внутри продукта зависит престиж фирмы производителя, здоровье потребителя, а также их финансовое благополучие и государства в целом. В последнее время вопрос защиты от подделки только обостряется.

Защитный комплекс упаковочной продукции представляет собой совокупность защит, которые обеспечат эффективную, надежную и экономичную защиту продукта от подделки во время всего ее периода использования.

Задача данной работы состояла в органичном внедрении защитного комплекса в дизайн упаковки, состоящей из картонной коробки, стеклянной бутылки и этикетки.

За основу был взят защитный комплекс, разработанный в [2], он ориентирован именно на упаковочную продукцию. Комплекс состоит из 18 защитных технологий. На коробке присутствуют следующие защитные технологии: высечка под определенную форму, цветоделение в большую сторону, тиснение фольгой, штрих-код, нумерация, обтяжка целлофановой пленкой. На этикетке: цветоделение в большую сторону, высечка под определенную форму, тиснение фольгой, штрих-код, нумерация, выборочное лакирование. В стеклянной бутылке: нестандартная форма, нумерация, защита от первого вскрытия. Суммарное количество баллов надежности такого защитного комплекса составляет 32 балла, визуальных защит 17 баллов, приборных – 5, сенсорных – 11, лабораторных – 11. Удорожание упаковки за счет внедрения защитных технологий может составить от 420 % до 960 %.

Защитный комплекс внедрялся в подарочную упаковку крепкого спиртного напитка «Золотая степь ржаная». Для разработки дизайн-проекта использовался пакет векторной графики Adobe Illustrator и растровой графики Adobe Photoshop.

Вначале были разработаны защиты и дизайн для бутылки и колпака. Дизайн бутылки должен в первую очередь раскрывать основную концепцию бренда, давать уникальное торговое предложение производителя и его

продукта. Чем меньше форма бутылки похожа на продукцию конкурентов, тем лучше. Еще один немаловажный фактор – укупорочное средство. Его форма, размеры и прочие показатели могут существенно различаться. И хотя сам элемент достаточно небольшой, он должен быть выполнен в едином стиле с общим дизайном упаковки. В данном случае выбран золотой вариант оформления колпака. На колпаке также будет размещена защита от первого вскрытия, также предусматривается декорирование его боковой поверхности.

Картонная упаковка для бутылок в подарочном исполнении – это не только привлекательный внешний вид, но и способ защиты, хранения и транспортировки. Для проекта была выбрана коробка с магнитом на клапане. Такая конструкция удобно закрывается, выглядят эстетично и презентабельно, рассчитана на долгий срок службы. Из-за сложности конструкции, этот вид упаковки сложно подделать. Для изготовления коробки предполагается использование дизайнерского картона печатью в пять цветов с тиснением золотой глянцевой фольгой. Цветовое решение основано на сочетании темно-зеленого фона с желтым и золотым цветом. Также в упаковке будет присутствовать ложемент сформованный из того же дизайнерского картона.

Для этикетки планируется использование дизайнерской фактурной бумаги. Неоднородная поверхность материала смотрится красиво и презентабельно. Дизайнерская бумага отличается богатой цветовой палитрой, разнообразием текстур и специальных эффектов. Применяется для печати продукции премиум сегмента. Привлечь внимание покупателя и ярко выделить продукцию поможет запоминающаяся этикетка. Фигурная дизайнерская вырубка нестандартной формы усложняет процесс подделывания этикетки.

Для разработки дизайна этикетки выбрана фотография ржаного поля, что соответствует названию торговой марки «Золотая степь ржаная».

Специально для проекта было разработано уникальное шрифтовое оформление торговой марки. Качественный товарный знак лаконичен и понятен потребителю, моментально опознается, но не кажется примитивным. Товарные знаки, особенно логотипы, должны выделять продукт среди однородных товаров, а фирму – среди конкурентов. Разработанный логотип и его цветовая гамма ложатся в основу фирменного стиля компании, в соответствии с которым оформляется и ее продукция, и офисы, и рекламные материалы всех видов, и корпоративный сайт. Поэтому над созданием эскизов товарного знака работают как дизайнеры, так и психологи, и маркетологи.

Основной задачей дизайна упаковки является достижение маркетинговых целей путем передачи индивидуальности продукта. Этикетка должна привлечь внимание, заинтересовать, удержать и стимулировать покупку.

Информационная, коммуникативная и мотивационная функция упаковки – это функции, нацеленные на передачу с ее помощью информации, в том числе рекламного и мотивационного характера для реализации продукции. Уникальные технологические преимущества, особенности, отличающие продукт от аналогичных продуктов на полке, должны присутствовать как на этикетке, так и контрэтикетке продукта. Цветовое решение этикеток поддерживает стиль, выбранный для картонной коробки: темно-зеленый с желтым и золотым. Кроме технической информации на этикетке размещается QR-код и штрих-код, которые также являются способом защиты упаковки от подделки. QR-код предоставляется заказчиком в векторном формате. Бар-код создается с помощью программы Corel BAR CODE Wizard.

Допечатная подготовка этикеток заключается в подготовке растровых изображений в программе Adobe Photoshop CC, настраиваемом цветоделении, коррекции содержимого цветовых каналов, окончательной цвето- и тонокоррекции. Кроме того, в макете создаются слои для холодного тиснения золотистой фольгой, для горячего тиснения золотистой фольгой и выборочного лакирования матовым лаком.

Для визуализации готового продукта создаются мокапы. Основное назначение мокапов – продемонстрировать клиенту проект так, как он будет выглядеть перед конечным потребителем. Как правило, дизайн на «реальных» объектах выглядит для заказчика привлекательнее и понятнее.

Для того, чтобы убедиться, что созданный продукт соответствует заданным требованиям, проводится оценка изделия экспертами. Устанавливается уровень качества оцениваемого объекта. При этом удобно использовать комплексный принцип оценки с одним интегральным показателем. В данном случае экспертам предлагалось оценить упаковочное изделие по следующим критериям: удобство хранения продукции, удобство транспортировки, эстетичное оформление, защищенность от подделки, возможность вторичного использования в быту; удобочитаемость информации о продукте; удобство извлечения продукта.

Оценка, полученная в результате опроса, составляет 4,6 баллов из 5, что свидетельствует о достаточно высоком уровне качества упаковочного изделия. Защитные технологии органично вписаны в дизайн упаковки и не нарушают общего цветографического решения, наоборот являются его частью, подчеркивают индивидуальность продукта.

### **Литература**

1. Медяк, Д.М. Актуальность защиты упаковки от подделки / Д.М. Медяк, И.В. Костюк // Инновации и современные технологии в промышленном

дизайне и упаковке: Материалы 75-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ, Минск, БНТУ, 26 апреля 2022 года. – С. 29-33.

2. Медяк, Д.М. Анализ разработки защитных комплексов для упаковочной продукции / Д.М. Медяк, М.С. Колесова // Принттехнологии и медиакommunikации: материалы 83-й науч.-техн. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием). – Минск: БГТУ, 2019. – С.31.

## **УДК 658.5**

### **ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ УПАКОВКИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Коротыш Е.А., магистр, старший преподаватель кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Для осуществления системного анализа необходимо решить вопросы связанные с проведением сравнительной оценки, анализа, которые необходимы для оптимизации работы техники и технологии производства.

Если рассматривать системный анализ как интерактивный процесс, то он состоит из оценки возможных вариантов решений полученных в процессе исследования системы. В данном случае можно выделить критерии оценки, которые описывают возможные проблемы. Все критерии оценки будут вести к идеальному описанию системы, кроме этого они должны учитывать тот уровень производства, который мы хотим получить.

При описании системы нельзя придерживаться только строгим описанием технических характеристик, кроме этих критериев, также должны быть нефункциональные критерии. Самыми важными критериями являются ограничения по времени и экономии средств. Для более детального описания формируется специальный набор критериев, который отражает все недостатки и достоинства системы, и кроме этого описывает взаимосвязи этих критериев в системе.

Критерии оценки могут быть относительные или абсолютные. Поиск допустимых показателей нужно искать в процессе анализа системы в целом. Далее результаты необходимо сверять со шкалами, которые также разрабатываются для каждого отдельного производства свои.

Сложность работ по обеспечению технологичности на производстве начинается с этапов проектирования. На данных этапах закладываются необходимые технические характеристики, а также планируется экономический эффект. Поэтому достаточно важно осуществлять управленческое сопровождение технологических процессов. Таким образом немаловажно производить анализ и детальное описание всех этапов, которые встречаются при разработке изделия. Так при составлении технического задания, технологической карты, эскизного и технического проектов необходимо владеть информацией в полном объеме для технологов, конструкторов, дизайнеров, это позволит производить достаточно четкие, точные управленческие воздействия по обеспечению требуемого уровня технологичности. Данные воздействия позволят достичь наиболее хороших показателей, повысит уровень производства.

Таким образом, упаковочная продукция, являясь объектом проектирования, проходит все стадии в соответствии с технической документацией, ЕСКД, и пр., специфика данных документов должна учитываться при отработке конструкции упаковочной продукции на технологичность.

Обеспечение технологичности упаковочной продукции в автоматизированном режиме неразрывно связано с применением математического моделирования, организованное на типовых математических моделях, которые позволят выполнить:

- 1) расчет показателей технологичности;
- 2) анализ полученных результатов;
- 3) описание рекомендаций по полученным данным;
- 4) порядок проведения изменений с целью улучшения технологичности упаковочной продукции;
- 5) порядок проведения изменений с целью улучшения производственной системы;
- 6) порядок проведения изменений с целью улучшения работы системы технического обслуживания и ремонта для повышения их эффективности.

В общем случае вид оценки технологичности характеризует метод сравнения технических решений и оптимального варианта конструкции упаковочной продукции. Оценка технологичности чаще всего предоставляется в виде качественной и количественной информации.

Основой объективного анализа технологичности на этапах изготовления может быть экспертная оценка с использованием методов статистической обработки мнений специалистов по разработке и изготовлению, а также потребителей продукции. Такой способ может быть ретроспективным анализом

для принятия оптимального решения и эффективного управления процессом разработки упаковочной продукции, так как данный способ позволяет оценить структуру и взаимосвязи различных факторов влияющих на технологичность.

Данный метод применяется вместе с физическим и математическим моделированием, в тех случаях когда указанные методы не могут быть напрямую использованы на первых этапах проектирования из-за сложности качественного характера информации или в силу её недостатка. Метод экспертных оценок позволяет преумножить опыт конструкторов и технологов, а также усиливает его мнением потребителей продукции. Данный метод позволяет придать количественную математическую систематизированную форму. При решении этой задачи целесообразно использовать известные методы экспертных оценок. В связи с чем, данный метод позволяет оценить структуру, взаимосвязь и весовые характеристики, привести ранжирование отдельных факторов технологичности, то есть построить системно-информационную модель технологичности, получить информацию, необходимую для решения дальнейших управленческих задач.

Анализ результатов экспертных оценок, должен отражать точное соответствие взаимосвязи факторов технологичности с реальностью существующими производственными проблемами. Данный анализ должен позволять делать вывод, что каждая оцениваемая упаковочная продукция должна иметь свой индивидуальный список разногласий, которые, в конечном итоге, должны соответствовать достаточно высокому уровню достоверности информации полученной экспертным путём. Процесс отработки продукции на технологичность должен стремиться к улучшению полученных результатов, до тех пор, пока не будет удовлетворять планируемых показателей.

## **УДК 747.012.1**

### **ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАЗНОСТЬ ШРИФТА В ДИЗАЙНЕ УПАКОВКИ**

*Кашевский П.А., доцент кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Одной из тенденций в графическом решении упаковки в 2023 г. является использование исключительно текстовых элементов, что актуализирует проблемы функционирования шрифтовой графики и типографики в дизайне упаковки.

Как правило, текстовыми элементами упаковки являются: название продукта; «материнская» марка; информация о производителе, свойствах и

особенностях продукта, специальных предложениях; особенности потребления продукта; рассказ или история от производителя товара и др.

Текстовый материал на упаковке должен быть оформлен таким образом, чтобы он обладал максимальной удобочитаемостью, давал покупателю четкое представление о его структуре, облегчал поиск необходимой информации, а также, смог заинтересовать покупателя и побудить его к прочтению текста.

Непосредственно, под удобочитаемостью шрифта понимается качество восприятия читателем набранного шрифтом текста. Она зависит, прежде всего, от рисунка шрифта (различимости отдельных букв и знаков), от кегля (размера) шрифта, расстояния между буквами, словами и строками, длины строки, цветовых характеристик фона и шрифтовых элементов и др.

Очевидно, что все текстовые элементы упаковки должны быть удобочитаемы, обеспечивая оптимальное восприятие передаваемой информации. Для второстепенной текстовой информации (о потребительских свойствах и особенностях продукта, о количестве или комплектности товара и т.п.) обычно используются так называемые *наборные шрифты*. Для них характерен сдержанный рисунок и умеренная контрастность знаков, заметное различие между строчными и прописными буквами, а также нормальное (по ширине знаков) и прямое светлое (по наклону и насыщенности) начертание.

Однако, для некоторых текстовых элементов характеристика удобочитаемости является недостаточной. Так, название продукта, фирменное наименование изготовителя и т.п., должны быть набраны *акцидентными шрифтами*, которые не только выполняют свое прямое назначение, но и обладают художественно-эстетическими качествами, удовлетворяя при этом эстетические потребности покупателя.

В данном случае, согласно эстетическим требованиям, шрифты должны соответствовать передаваемому содержанию и выражать художественный образ товара (продукции), отражать современные представления об эстетической ценности упаковки, обладать эстетической выразительностью.

Прежде всего, графические характеристики шрифта должны соответствовать передаваемому содержанию, создавая художественный образ, соответствующий общей идее визуально-графического решения упаковки. В свою очередь, общая идея решения упаковки может определяться теми или иными свойствами и характеристиками упаковываемого товара, фирменным стилем компании или линейки товаров, маркетинговой стратегией и т.п.

В классической эстетике, под *художественным образом* понимается «специфическая для искусства форма отражения действительности и выражения мыслей и чувств художника. Художественный образ рождается в

воображении художника, воплощается в создаваемом им произведении в той или иной материальной форме (пластической, звуковой, жесто-мимической, словесной) и воссоздается воображением воспринимающего искусство зрителя, читателя, слушателя» [1, с. 239].

Высокая степень художественной образности шрифта в графическом решении упаковки важна в тех случаях, когда необходимо создать эмоциональную атмосферу для восприятия текста, затронуть чувства читающего и передать определенную идею предельно быстро, в знаковой форме.

Наибольшей образностью и художественной выразительностью обладают декоративные шрифты. Наличие декоративных элементов, рисованность пластики, имитация рукописного почерка или использование различных визуальных эффектов – все это позволяет достичь высокой степени образности данной группы шрифтов.

Шрифты антиквенной группы обладают такими качествами, как монументальность, торжественность, классическая строгость и простота. Они отличаются четкостью построения графических форм, гармоничными пропорциями, различной степенью контрастности штрихов и наличием засечек.

Рубленые (гротесковые) шрифты, за счет равной толщины всех буквенных элементов и отсутствия засечек, выразительны, просты, современны, обладают конструктивной ясностью и предельной функциональностью [2].

Художественная образность шрифта непосредственно достигается через зрительно воспринимаемые характеристики шрифтовых форм, композиционное расположение знаков, а также специфические характеристики шрифта и шрифтовые приемы.

В качестве зрительно воспринимаемых (физических) характеристик шрифта выступают: геометрический вид знаков (в частности, степень пластичности формы), величина, зрительная масса, фактура, текстура, цвет, плоскостное или иллюзорно-пространственное решение формы. Также, художественный образ шрифта образуется за счет применения различных композиционных приемов расположения знаков, слов и текстовых строк друг относительно друга, а также изменения интервалов между ними.

Специфическими характеристиками шрифта являются: гарнитурные признаки (пропорции шрифта, степень разноширинности знаков, контрастность, апертюра, угол наклона осей овалов, наличие и форма засечек, форма самих шрифтовых знаков и их элементов и др.); начертания шрифта, различающиеся по насыщенности, плотности и наклону знаков. Наряду с этим,

могут использоваться такие шрифтовые приемы, как набор прописными или строчными буквами, подчеркивание шрифта горизонтальными линейками, заключение текста в рамку или размещение его на цветной плашке.

В качестве примера художественной образности шрифта в графическом решении упаковки можно привести упаковку макаронных изделий Longi (рис. 1). В данном случае, название «spaghetti» выполнено шрифтом, образ которого отражает внешний вид продукта в приготовленном виде. Прежде всего, это достигается через пластичную форму знаков, основанную на базовом элементе – овале с «классическими» пропорциями сторон (2:3). Практически каждая из букв образована одной сплошной линией одинаковой толщины (шрифт неконтрастный – 1:1) с закругленными окончаниями. В названии продукта применяются строчные буквы, которые конструктивно, в отличие от прописных знаков, обладают верхними и нижними выносными элементами, что позволило наилучшим образом реализовать идею упаковки.



Рисунок 1. Художественная образность шрифта в графическом решении упаковки макаронных изделий Longi

Текстовая надпись композиционно располагается вдоль длинной стороны упаковки, подчиняясь ее пропорциям, а также подчёркивая форму спагетти. Такое композиционное решение дало возможность достичь гармоничного единства между графическим решением упаковки и ее формой.

Цветовое решение упаковки построено на контрасте белого цвета шрифта и темно-синего фона. При этом, цвет фона выполняет еще и информационную функцию, указывая на то, что это классические спагетти, а не овощные, упаковка для которых решена в зеленом цвете.

Таким образом, применение комплексного подхода в процессе выбора или проектирования шрифтов в дизайне упаковки товара, позволяет в полной мере выразить в текстовых элементах необходимый художественный образ.

### Литература

1. Эстетика : Словарь / А. И. Абрамов [и др.]; под общ. ред. А. А. Беляева [и др.]. – М. : Политиздат, 1989. – 447 с.
2. Кашевский, П. А. Шрифтовая графика : учеб. пособие / П. А. Кашевский. – Минск : Звезда, 2014. – 192 с.

**УДК 621.798:664.14**

### **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА УПАКОВКИ ДЛЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Садовская А.В., к.т.н., доцент кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»  
Новикова А.И., специалист сектора по изучению конъюнктуры рынка и  
конкурентной среды СОАО «Коммунарка»  
*Белорусский национальный технический университет  
СОАО «Коммунарка», г. Минск*

Наборы конфет, шоколада и других кондитерских изделий являются одним из основных подарков на любой праздник, а также являются хорошим сувениром, отличаются от аналогичной продукции оригинальностью и технологичностью своей упаковки, формой и цветографическим решением. Важную роль при выборе продукта потребителями также оказывает его упаковка. Именно упаковка способна привлечь внимание, вызывает или не вызывает интерес покупателя к продукту, покупателя привлекают необычная форма, запоминающийся стиль, приятные на ощупь материалы, желание узнать больше о содержимом. Изучение тенденции развития кондитерской отрасли показал, что потребитель хочет видеть вкусный продукт в удобной упаковке, который приносит ему пользу. В этом и состоит важная задача белорусского производителя на сегодняшний день.

Анализ продукции кондитерской фабрики «Коммунарка» показал, что практически, вся упаковка изготавливается из картона и бумаги. Основными способами упаковывания являются: завертка, фасовка и упаковка кондитерских изделий (карамели, конфет, шоколада, печенья) в этикетку с двусторонней или односторонней закруткой, заделкой концов этикетки «в уголок», перекруткой концов этикетки, в обтяжку фольгу без бандероли, в обтяжку в фольгу с оклейкой бумажной красочной бандеролью, закруткой в бантик — «саше» или фасовкой в картонные пачки из заранее отпечатанных и высеченных красочных заготовок, в пакеты из термоспаивающегося целлофана (различных пленок) и в жестяные коробки.

Наборы кондитерских изделий (конфет, печенья, шоколада) упаковывают в картонные коробки с коррексами, изготовленными из ПЭТФ, ПВХ, ПС, в картонные коробки с прозрачным окном, в жестяные боксы, в жестяные тубы, в жестяные коробки и в текстильные мешки.

Наборы конфет СОАО «Коммунарка» выпускаются в упаковках со следующими конструктивными особенностями:

- коробка со съемной («телескопической») крышкой - коробка, закрываемая крышкой, которая является самостоятельным элементом коробки, отделенным от корпуса, изготавливается из плотного картона, который придает конструкции высокую прочность. Подобная конструкция гарантирует полную сохранность транспортируемых в ней товаров в период длительных перевозок;

- многоярусный короб, который позволяет показать разнообразный ассортимент, и привлечь больше покупателей, исходя из разнообразного выбора продукции внутри набора;

- упаковка с конструкцией «Книжка» (крышка не снимается, а открывается), состоящая из одной части, имитирующая книгу. Данная коробка изготавливается также из мелованного картона, который придает конструкции высокую прочность и позволяет нанести качественную печать. Данный короб в большинстве случаев обтягивается термоусадочной полипропиленовой пленкой, чтобы избежать непроизвольного вскрытия продукции до ее приобретения.

На данный момент в упаковках конфет СОАО «Коммунарка» наблюдается переход от прямоугольной формы наборов на квадратную, что также привлекает покупателей, позволяет расширить ассортимент продукции за счет упаковки, внести новизну без изменения кардинального дизайна в упаковке и является удобным при эксплуатации.

На полках магазинов также встречаются упаковки для наборов конфет, представляющие собой картонную упаковку со съемной крышкой в виде обечайки (пенал) (коробка, закрываемая крышкой в форме обечайки), что также позволяет удобно складывать и доставать продукцию, упаковка проста в сборке: за счет усиленной стенки позволяет хорошо держать форму, препятствуя выпадению содержимого. Материалы, которые используются для данной упаковки пригодны для упаковки пищевой продукции. Прочность, удобство, практичность конструкции, позволяет обеспечить целостность содержимого и надежную защиту при транспортировании и хранении на складах.

Встречаются также кашированные коробки подарочные с магнитом для фиксации закрытия крышки. Коробки с магнитным клапаном

изготавливаются из переплетного картона толщиной 2-3мм и поэтому имеют отличную жесткость и надежность конструкции.

Разработка нового дизайна упаковки для наборов конфет осуществлялась при подготовке дипломного проекта студентом кафедры на основе задания СОАО «Коммунарка», актуальность разработки заключалась в популяризации продукции предприятия, повышении ее узнаваемости торговой полке, упаковка должна отвечать современным направлениям дизайна, оформление должно отражать новогоднюю тематику.

Проанализировав тенденции в оформлении новогодних упаковок и изучив особенности материалов и конструкции упаковок, можно сделать вывод: сегодня потребителя привлекает новизна и оригинальность. Дизайн упаковки предложено выполнить в европейском новогоднем стиле, частично используется минималистичные элементы. Основной цвет упаковки – темно-зеленый – цвет ассоциируется с зеленью, которой украшают дома и квартиры к новому году. Название продукта, логотип предприятия предложено вынести на правую часть упаковки, представленную в виде ленты, которая огибает всю упаковку и создает вид обечайки. Основа дизайна – новогодний паттерн, состоящий из элементов веточек ели и цветов, конфет (рисунок 1а).

В декабре 2022 года в торговых сетях появилась подарочные наборы лимитированной серии шоколадных конфет «Зимняя коллекция» с яркими зимними вкусами: глинтвейн, шампанское, имбирь-лимон, трюфель (рисунок 1б) и горький шоколад «Коммунарка» с начинкой вкус имбирь-лимон. Дизайн упаковок доработан на основе предложенного концепта (рисунок 2б) [1]. Основные изменения коснулись названия продукции с учетом доработки и выделен логотип предприятия, на фуд-зоне изменены изображения конфет на изображения конфет в виде лепестков. На упаковке представлены конфеты, которые находятся внутри коробки.



а)



б)

Рисунок 1. Оформление упаковки для кондитерских изделий

Разработанный проект конструкции новогодней упаковки для набора конфет (рисунок 2) имеет картонный корпус, внутри которого расположены три выдвижные секции, а также вкладыши картонного ложементов. Кондитерская продукция (конфеты) будет размещаться внутри выдвижных секций, в отдельные ячейки, сформированные ложементом.

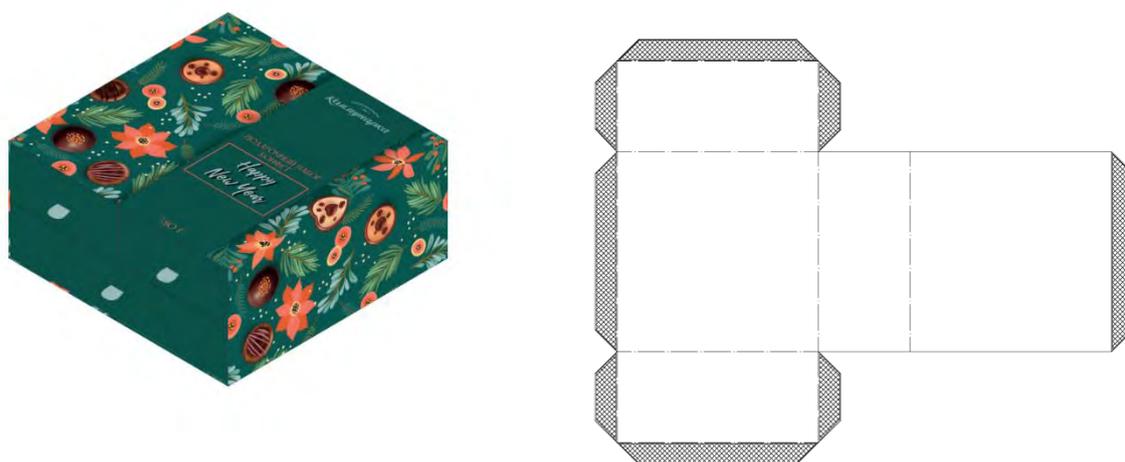


Рисунок 2. Проект конструкции картонной упаковки

Таким образом, на примере разработанной конструкции и дизайна упаковки для кондитерских изделий представлен хороший практический результат взаимодействия университета и предприятия посредством привлечения студентов для выполнения реальных, необходимых заданий для предприятий, которые могут реализовываться при выполнении курсовых и дипломных проектов студентами, при прохождении ими производственной практики, что в итоге позволяет студентам проявить себя, применить полученные знания и умения на производстве, и в итоге приводит к внедрению данных разработок на предприятиях и появлению продукции в продаже, а значит позволяет увидеть результаты своего труда на практике.

### Литература

1. «Коммунарка» выпустила зимние новинки. Электронный ресурс  
Режим доступа: <https://news.unipack.ru/91623/>. – Дата доступа: 20.02.2023.

УДК: 676.017+541.6

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗОВАННЫХ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПАН ВОЛОКНА НА СВОЙСТВА УПАКОВОЧНОЙ БУМАГИ

Ешбаева Улбосин Жамаловна, д.т.н., профессор  
кафедры «Химическая технология»

*Наманганский инженерно-технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган*

**Введение.** В Узбекистане хлопковая целлюлоза играет важнейшую роль среди волокнистых полуфабрикатов, используемых при производстве бумаги. Из хлопковой целлюлозы изготавливается высококачественная бумага. Эта бумага имеет высокую впитываемость и поверхностную гладкость. Технология изготовления бумаги в промышленных масштабах из чистой хлопковой целлюлозы экономически нецелесообразна. Но добавление в бумажную массу отходов текстильной и химической промышленности позволит решить проблему эффективного и рационального использования сырьевых ресурсов [1, 2].

В Республике Узбекистан наложено многотоннажное производства синтетических волокон. Нитрон, широко используется в производстве текстильных полотен, пряжи, трикотажных изделий. Их применяют для изготовления верхнего трикотажа, ковров, плательных и костюмных тканей. В производстве из-за нарушений в технологическом регламенте, при пуске и наладке оборудования, а также по другим причинам накапливается определенное количество брака - отходов синтетического ПАН волокна. Увеличение мощностей по производству синтетических волокон позволит использовать эти волокна и их отходы в значительном количестве для производства бумаги [3].

Бумага, сформированная обычном образом из синтетического полиакрилонитрильного (ПАН) волокна (нитрон), непрочна и разрушается при самых слабых воздействиях [4].

**Экспериментальное исследование.** Целью данной работы является использование химически обработанных волокнистых отходов местной промышленности для получения качественной бумаги из хлопковой целлюлозы, исследование зависимости физико-механических свойств экспериментальных бумаг от условий обработки.

При изготовлении экспериментальных образцов бумаг, в качестве основного волокнистого компонента использована хлопковая целлюлоза из линта. Хлопковая целлюлоза играет важнейшую роль среди волокнистых

полуфабрикатов, используемых при производстве бумаги. Из хлопковой целлюлозы изготавливается высококачественная бумага [5]. Вторым волокнистым компонентом являлись гидролизованные отходы ПАН-волокон. Частичный гидролиз ПАН-волокон осуществлен 5 процентными растворами NaOH. ПАН-волокна погружали в раствор NaOH при массовом соотношении волокна: раствор-1:3 и выдерживали при комнатной температуре в течении более трех часов. После этого проведен гидролиз при температурах 90<sup>0</sup>С в течении 4 часов. Затем волокна промывали в воде до нейтральной среды.

В бумажную массу вводили отходы ПАН-волокон и готовили из расчета получения отливок массой 80 г/м<sup>2</sup>. Отходы волокнистых компонентов вводили в количестве 5-20% от массы бумажной композиции. Изготовление опытных образцов бумаги и оценку их качества проводили в СП «Global KomSCO Daewoo» по утвержденному технологическому регламенту. Степень помола волокон целлюлозы составляла 60° Шоппера-Ринглера. Изготовление образцов производили обычным способом на лабораторном листоотливном аппарате «Werkstoff Prüfmaschinen» (Германия). При проведении исследований в бумажную массу вводилось проклеивающее вещество в количестве 0,5-2% от общей бумажной массы. Для получения лучшего эффекта проклейки необходимо поддерживать рН бумажной массы на уровне 4,5-5,0, для чего в качестве осаждающего реагента применялся сернокислый глинозем. Для оценки физико-механических свойств бумаги исследована зависимость разрывной длины и показателя излома от композиционного состава экспериментальных бумаг (табл. 1).

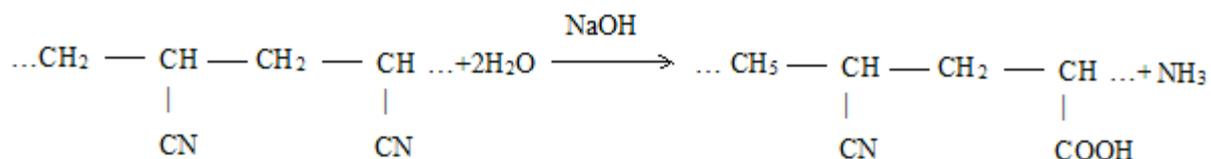
Табл. 1 – Зависимость физико–механических свойств экспериментальных бумаг, от содержания отходов нитрона, гидролизованных при 90 °С

№	Композиционный состав			Разрывная длина, м	Излом, ч.д.п
	Хлопковая целлюлоза (линт), %	Отходы нитрона (ОН), %	ОН, гидролизованные в 5%-ном растворе NaOH		
1	100	-	-	3100	43
2	95	5	-	3016	41
3	90	10	-	2900	42
4	85	15	-	2811	43
5	80	20	-	2512	42
6	95	-	5	3300	43
7	90	-	10	3400	44
8	85	-	15	3650	47

9	80	-	20	3300	49
10	70	-	30	3210	48

Как видно из таблицы, при введении гидролизованных отходов ПАН-волокон разрывная длина увеличивается по сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна. При увеличении содержания необработанных отходов до 22% прочность значительно уменьшается, в отличие от композиции с гидролизованными волокнами, в которых прочность уменьшается незначительно даже при 20% ном содержании.

Частичный гидролиз ПАН-волокон можно представить следующей схемой:



В результате гидролиза в макромолекулах образуются некоторое количество гидрофильных карбоксильных групп. Очевидно, есть две причины положительного влияния гидролиза на свойства бумаги. Во-первых, улучшается растворимость, хотя бы набухаемость гидролизованного нитрона в воде, что соответственно улучшает сцепляемость волокон и структуру композиции в целом. Во-вторых, карбоксильные группы участвуют в образовании межмолекулярных водородных связей в бумажном листе [6].

Микроскопический анализ проведено в сертификационной учебно-испытательной лаборатории "Centexuz" при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. Микроскоп Motic Images 2000 предназначен для получения, увеличенного изображения материалов. Увеличение объекта x1, x4, увеличение окуляра x15, x12. Непосредственные наблюдения с использованием электронного микроскопа позволяют наглядно видеть, насколько тесны контакты между волокнами в бумаге, и свидетельствуют о реальных возможностях установления между волокнами водородных связей.

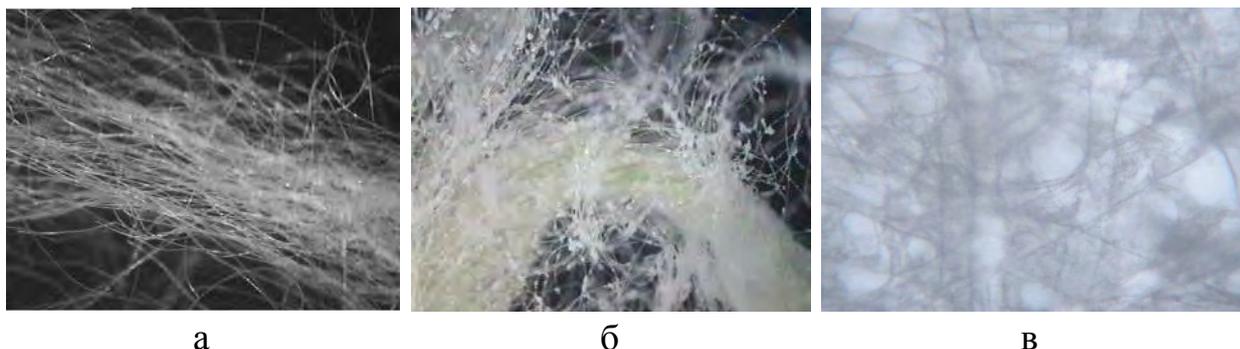


Рисунок. Электронно –микроскопические снимки волокон и поверхности бумаги. Необработанные ПАН-волокна (а); ПАН-волокна, гидролизованные при 90<sup>0</sup>С (б); поверхность бумаги, с включением ПАН-волокон, гидролизованных при 90<sup>0</sup> С (в)

На снимках, поверхности гидролизованных волокон наблюдаются гранулярные образования матричных веществ, разрушение внешней структуры волокон и в связи с этим – возможность перераспределения водородных связей и смыкания макромолекул волокна, что способствует повышению прочностных показателей (рис. а, б).

Повышение температуры приводит к улучшению набуханию, а также положительно влияет на изменения структурного состояния синтетических волокон, на их бумагообразующие свойства (рис. в). Общий характер изменений морфологической структуры экспериментальных бумаг связан с значительной фибриллизацией волокон, их набуханием и образованием более прочных межволоконных связей при введении гидролизованных при 90<sup>0</sup>С ОН. Структура поверхности бумаги становится более равномерной.

**Выводы** Частичный щелочной гидролиз ПАН-волокон с образованием карбоксильных групп способствует их набуханию в водно-дисперсной композиции. Увеличение степени набухания улучшает адгезию между синтетическими и хлопковыми волокнами. Одновременно образуются дополнительные водородные связи между карбоксильными группами гидролизованного нитрона и гидроксильными группами целлюлозы. В результате таких структурных преобразований улучшаются физико-механические свойства бумажной композиции на основе хлопковой целлюлозы и гидролизованных отходов ПАН-волокон.

### Литература

1. Ешбаева У.Ж. Офсетная бумага с введением синтетических полимеров и ее печатно-технические свойства: Дисс. на соис. уч. степ. док. тех. наук. –Ташкент: ТИТЛП. –2017. – 234 с.

2. Фляте Д. М. Свойства бумаги. Издание 3-е. М.: Лесная пром-сть, 1986. 680 с.
3. Ешбаева У.Ж., Жалилов А.А. и Рафиков А.С. Бумага с введением синтетических полимеров. Монография. Издательство Kamalak. Ташкент. 2018 г. 13 п.л.
4. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С. и Жалилов А.А. Обработка бумаг акриловой эмульсией // Полиграфия. – Москва. –2017 г. – №1. – С.5–6.
5. Ешбаева У.Ж., Жалилов А.А. и Рафиков А.С. Бумага из текстильных отходов. Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing. Düsseldorf. Germany. 2018 й. 7 б.т.
6. A.A.Djalilov, U.J Eshbaeva. Development of Technology for Producing Multilayer Paper and Cardboard Containing Synthetic Fibers // “NVEO – Natural Volatiles & Essential Oils”. -2021, Vol. 5, - P. 10637-10644.

#### **УДК 666.189**

### **СИНТЕЗ ГЕКСАФТОРОСИЛИКАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОИЗДЕЛИЙ**

Зык Н.В., к.х.н., доцент, доцент кафедры «Инженерная экология»,  
Шункевич В.О., старший преподаватель кафедры «Промышленный дизайн и  
упаковка»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Гексафторосиликаты применяют в различных отраслях народного хозяйства, например в пищевой промышленности (гексафтороводородная кислота, гексафторосиликаты натрия и калия) и в сельском хозяйстве (гексафторосиликаты натрия, калия, кальция, стронция и бария). Исследования в этой области могут проводиться только при наличии данных о физико-химических свойствах указанных соединений. На гексафторосиликаты щелочных и щелочноземельных металлов приходится около 90% общего объема производства кремнефтористых солей. В большинстве литературных источников основой исследования процессов синтеза указанных соединений является разработка технологических схем получения технических гексафторосиликатов в виде побочных продуктов при производстве фосфорной кислоты и фосфатных удобрений, при этом товарные продукты содержат не более 90 массовых % основного вещества.

Нами был разработан метод целенаправленного синтеза гексафторосиликатов щелочных и щелочноземельных металлов с заданными химическими свойствами. Проведены лабораторные испытания и производственная проверка предложенного метода синтеза гексафторосиликатов из гексафторосиликатсодержащих ( $\text{SiF}_6^{2-}$ ) жидкофазных отходов производства стеклоизделий (сточных вод из адсорберов цеха химического полирования стеклоизделий Борисовского хрустального завода), которые подтвердили возможность выпуска в Республике Беларусь широкого ассортимента гексафторосиликатов реактивной квалификации.

В пищевой промышленности в качестве антиферментационных агентов и ингибиторов брожения может быть использована кремнефтористоводородная кислота (образуется при химическом полировании стеклоизделий как побочный продукт), которую применяют для дезинфекции аппаратуры и трубопроводов на пивоваренных заводах и табачных фабриках, гексафторосиликат натрия – для фторирования воды.

В сельском хозяйстве гексафторосиликаты нашли применение преимущественно в качестве инсектицидов и фунгицидов, что является важнейшей областью их применения. Так как хорошо растворимые гексафторосиликаты повышают кислотность почвы. То в настоящее время преимущественно используют гексафторосиликаты натрия и бария.

Полученные соединения могут быть использованы и в лабораторной практике, и для производственных целей. В ходе лабораторных испытаний получено 300-500 г каждого из исследуемых гексафторосиликатов, в ходе производственной проверки – 410 кг гексафторосиликата натрия реактивной квалификации «Ч» (в том числе из карбоната натрия – 230 кг, остальное – из хлорида натрия, как наиболее дешевых и доступных сырьевых источников). Полученный продукт может быть использован в сельском хозяйстве в качестве гербицида и дефолианта. На техническом совете Борисовского хрустального завода принято решение о принятии предложенной схемы в качестве промышленного метода.

Объекты нашего исследования получены растворением хлоридов, карбонатов и гидроксидов соответствующих элементов в 10-30 %-ном избытке кремнефтористоводородной кислоты (при использовании карбонатов и гидроксидов). Осадки малорастворимых в воде гексафторосиликатов натрия. Калия, рубидия, цезия и бария отделяли от маточного раствора фильтрованием и далее промывали холодной дистиллированной водой. Хорошо растворимые в воде гексафторосиликаты лития, кальция, стронция выделены из фильтрата выпариванием

соответствующих растворов при нагревании. Затем синтезированные гексафторосиликаты сушили при температуре 65-155 °С и измельчали. Температура из сушки подбиралась индивидуально для каждого соединения согласно данным термического анализа для того, чтобы предотвратить термическое разложение синтезированных солей. Оно составила 70 °С для гексафторосиликатов лития и кальция, 65 °С – для гексафторосиликата магния, 155 °С – для остальных гексафторосиликатов. Полученные соединения идентифицировали методами рентгенофазового и ИК-спектроскопического анализов, для кристаллогидратов и их безводных солей – методом комплексного термогравиметрического анализа.

Для определения химического состава продукты синтеза анализировали на содержание гексафторосиликат- и фторид- ионов (в пересчете на HF), общий фтор и кремний. Все использованные методики известны из литературы, их применимость в каждом отдельном случае установлена в предварительных опытах.

Кроме того, содержание гексафторосиликат- и фторид- ионов контролировали алкалометрически. Анализ на общий фтор проводили потенциометрическим методом с использованием ионоселективного электрода с мембраной из монокристалла фторида лантана. Содержание общего кремния контролировали методом электронного микроскопического анализа. Микрофотографии выделенных твердых фаз с системах гексафторосиликат -вода проводили оптическим методом с использованием микроскопа типа Полам Л-213 (видимый проходящий поляризованный свет), в основу которого было положено сопоставление показателей преломления и дисперсии у исследуемых образцов и соответствующих иммерсионных жидкостей (рисунок 1 – гексафторосиликат натрия, 540<sup>x</sup>, в 1 см 20 мкм, рисунок 2 - гексафторосиликат кальция, 400<sup>x</sup>, в 1 см 25 мкм).



Рисунок 1

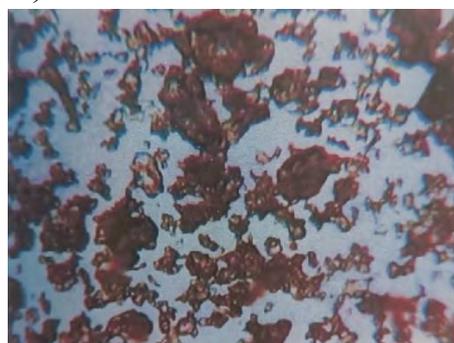


Рисунок 2

Количество кристаллизационной воды определяли по потере массы при нагревании выше температуры разложения соответствующего гескафторосиликата.

### Литература

1. Вашкевич Н.Г. Фазовое распределение и роль соединений РЗЭ в процессе получения экстракционной фосфорной кислоты: автореф. дис. ...канд. тех. наук: 05.17.01 / Н.Г. Вашкевич; Ленингр. технол. ин-т. – Л., 1999. – 22 с.
2. Справочник по растворимости. Бинарные системы: В 3 т. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – Т. 1. – Кн. 1. – 960 с.
3. Термические константы веществ: В X вып. / Акад. наук СССР. ВИНТИ. Под ред. В.П.Глушко.-М.: ПИК ВИНТИ, 1965–1982. – Вып. V. – 1972. – 340 с.
4. Термические константы веществ: В X вып. / Акад. наук СССР. ВИНТИ. Под ред. В.П.Глушко. – М.: ПИК ВИНТИ, 1965–1982. – Вып. XIII: (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No). – 2008. – 535 с.
5. Рябин, В.А. Термодинамические свойства веществ: Справочник / В.А. Рябин, М.А. Остроумов, Т.Ф. Свит. – Л.: Химия, 2017. – 392 с.

### УДК 378.14

## СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА И УПАКОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Стригельская И.В., старший преподаватель кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Основной задачей высших технических учебных заведений является подготовка высококвалифицированных специалистов, не только владеющими глубокими знаниями в различных областях науки, но и умеющими идти в ногу со временем, а значит самостоятельно обновлять полученные в вузе знания, а также применять их на практике.

В Белорусском национальном техническом университете ведут подготовку именно таких специалистов, готовых жить в мире новых технологий и постоянно совершенствовать свои профессиональные навыки. Обучение специалистов ведется по новым учебным планам и программам,

соответствующим национальным и международным стандартам. На кафедре «Промышленный дизайн и упаковка» учащиеся осваивают следующие специальности: «Упаковочное производство (проектирование и дизайн упаковки)» и «Промышленный дизайн» (по направлениям). Но для подготовки конкурентноспособных на рынке труда специалистов в области промышленного дизайна и упаковочного производства требуется использовать современные методики обучения, а также инновационные образовательные технологии.

Большинство людей, являющиеся сегодня специалистами высокого класса в области упаковочного производства и промышленного дизайна, в основном, учились в соответствии с классическими канонами системы обучения. Основным недостатком данной системы являлась низкая мотивация учащихся к получению знаний. Поэтому сейчас все большее распространение получают нетрадиционные или интерактивные методы обучения, а также различные образовательные технологии.

Широко используемые в последнее время в теории и практике образования термины «интерактивные методы», «интерактивная педагогика», «интерактивный педагогический процесс», имеют ведущей характеристикой понятие «взаимодействие», именно так и переводится с английского языка психологический термин «интеракция»<sup>1</sup>. Во всех этих терминах употребления определения «интерактивный» подчеркивает их альтернативность традиционным методам и принципам классической педагогики.

Взаимодействие понимается как непосредственная межличностная коммуникация, важнейшей особенностью которой признается способность человека «принимать роль другого», представлять, как его воспринимает партнер по общению или группа, и соответственно интерпретировать ситуацию и конструировать собственные действия.

Применение современных образовательных технологий в рамках учебного плана для специальностей «Упаковочное производство (проектирование и дизайн упаковки)» и «Промышленный дизайн» (по направлениям) эффективно при изучении следующих творческих дисциплин: «Рисунок», «Композиция и формообразование», «Композиция в промышленном дизайне», «Живопись, цветоведение и колористика» и др. Например, для эффективного обучения студентов и выполнения ими лабораторных работ по созданию формально-образных композиций,

---

<sup>1</sup> Интеракция (англ. interaction, лат. inter - между и actio деятельность) определяется как взаимодействие, взаимное влияние людей или групп друг на друга. В зап. социальной психологии, базирующейся на концепции американского психолога Дж. Мида, под И. понимается непосредственная межличностная коммуникация («обмен символами»). Источник: «Психология общения» Энциклопедический словарь. Под ред. А. Бодалева. — М.: Когито-центр, 2011. — 2280 с.

целесообразно использовать *такие образовательные технологии, как коллективное взаимообучение, современное проектное обучение, создание и решение проблемной ситуации*. Эффективными методами в педагогическом процессе при изучении творческих дисциплин являются: *взаимобмен заданиями, метод «Вопрос-ответ», деловая игра, метод наглядности*, реализованные при взаимодействии преподавателя, студентов, а также в статических парах. Суть обучения в статических парах заключается в работе студентов друг с другом, где, один из них «обучающий», а другой – «обучаемый», затем роли меняются.[1] Например, один учащийся формулирует вопрос по теме, другой – отвечает, или один студент начинает выполнять творческое задание – другой решает проблемную ситуацию и завершает композицию. Таким образом, создаются равные условия для активизации мыслительной и речевой деятельности всех учащихся.

Применение данных современных образовательных технологий и интерактивных методов обучения на занятиях по освоению художественных дисциплин способствует формированию навыков самостоятельной работы и позволяет создавать ситуацию успешности, что делает продуктивным сам процесс обучения. Атмосфера взаимной поддержки позволяет не только получать новые знания, но и развивает коммуникативные способности учащихся и саму познавательную деятельность.[2] Учащиеся учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, что является важнейшим качеством будущих специалистов в области промышленного дизайна и упаковочного производства.

Повышение педагогического мастерства преподавателя вуза - процесс бесконечный, и не зря говорят: «Нет пределу совершенству!». Конечно, перед начинающим преподавателем и педагогом со стажем при проведении занятий стоят разные методические проблемы. При этом при чтении лекций и проведении практических и лабораторных работ ставятся разные методические задачи. Для оценки результативности решения методической проблемы необходимо сформулировать критерии. Такими критериями и показателями оценки результативности решений методических проблем могут являться: сформированность навыков самостоятельной работы учащихся, информационной компетентности, профессиональных умений и навыков у студентов по учебной дисциплине, где есть 3 уровня: начальный, средний, высокий. В данном случае для выявления эффективности педагогической работы используются следующие методы диагностики:

– анализ результатов выполнения практических и лабораторных работ;

– анализ успешности учащихся по результатам зачетов и экзаменационной сессии;

– наблюдение за деятельностью и исполнительностью учащихся в процессе занятий [3].

Сегодня при обучении студентов в вузе невозможно обойтись без использования современных информационных технологий. Компьютеризация проникает во все сферы современной деятельности, формируя глобальное информационное пространство.[4] Компьютерные технологии становятся неотъемлемой частью организации образовательного процесса, повышая эффективность образования и подготовки высококвалифицированных специалистов в разных областях знаний. Информационные технологии активно используются и профессорско-педагогическим составом кафедр БНТУ при подготовке и проведении лекций, лабораторных и практических занятий, так как помогают структурировать информацию, позволяют достичь поставленных методических целей и наиболее высоких результатов успеваемости учащихся. Сегодня практически на каждой лекции в изучении художественных дисциплин «Живопись, цветоведение и колористика», «Композиция в промышленном дизайне», «Теория стилей и стилеобразования» используются мультимедийные средства, которые позволяют одновременно задействовать несколько каналов восприятия информации.

Использование современных информационных технологий при подготовке специалистов в области промышленного дизайна и упаковочного производства позволяет достичь наиболее высоких результатов в образовательном процессе. Ориентация высшего образования на использование современных образовательных технологий в подготовке высококвалифицированных специалистов способствует созданию определенных дидактических и психологических условий, в которых обучающийся может проявить не только интеллект и познавательную активность, но и личностную социальную позицию, свою индивидуальность, выразить себя как субъект обучения.

### **Литература**

1. Бобровиц, Т.А. Методика преподавания общепрофессиональных и специальных учебных предметов (дисциплин): учеб.-метод. пособие / Т.А. Бобровиц, О.А. Беляева. – [ 5-е изд., стер.]. – Минск: РИПО, 2021. – 195 с. – Текст: электронный. URL: <https://profbiblioteka.by/viewer/?bookinfo=21206> (дата обращения: 07.02.2023). – Режим доступа: по подписке для зарегистрированных пользователей. ISBN 978-985-7253-15-9;

2. Ефимова, Э. Л. Технология коллективного взаимодействия как способ развития самостоятельности и коммуникативных умений обучающихся / Э. Л. Ефимова. — Текст : непосредственный // Педагогическое мастерство: материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2015 г.). — Москва: Буки-Веди, 2015. — С. 52-60. — URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/184/8947/> (дата обращения: 07.02.2023);

3. Степанова-Быкова, А. С. Методика профессионального обучения. Презентационные материалы [Электронный ресурс]: наглядное пособие / А. С. Степанова-Быкова и Т. Г. Дулинец Т. Г.; Сибирский федеральный у-т, Центр технологий электронного обучения, Лаб. по разработкам мультимедийных образовательных ресурсов.- Версия 1.0- Красноярск: СФУ, 2009- 1электр.опт.диск (DVD) ; ISBN 978-5-76381684-6;

4. Шапиева, М.С. Использование информационных технологий при обучении в системе образования вуза / М. С. Шапиева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 5 (64). — С. 572-574. — URL: <https://moluch.ru/archive/64/10206/> (дата обращения: 02.02.2023).

#### **УДК 681.6-3**

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Селиванова В. П., магистрант  
кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»  
*УО «Белорусский национальный технический университет»*  
*г. Минск, Беларусь*

Трафаретная печать в общем объёме выпуска полиграфической продукции занимает не самое главное место. Поэтому не случайно она относится к категории специальных видов печати. Но этот способ печати применяется не только в полиграфии, но и в других отраслях – там, где необходимо нанести текстовое или какое-либо изображение на плоскую или круглую поверхность [1].

В реализации этого способа печати участвует различное оборудование, с помощью которого осуществляются три группы технологических процессов.

#### **1. Допечатные процессы.**

Разработка и подготовка изображения для трафаретной печати осуществляется как с использованием традиционных графических растровых или векторных редакторов (Adobe Photoshop, Procreate, Adobe Illustrator, CorelDraw), так и при помощи специальных дополнений, которые облегчают

разделение исходного изображения на слои с присвоенным каждому отдельным цветом (CorelDraw for Screen Printers).

Сначала с помощью различных приспособлений равномерно натягивают сетку, представляющую собой переплетение металлических, синтетических или шелковых нитей.

К натянутой сетке, образующей множество ячеек, прикрепляется рама прямоугольной или квадратной формы.

Следующим этапом является создание непроницаемого трафарета. В данном дизайн-проекте трафареты изготавливаются из листов клейкого винила и режущего плоттера.

## 2. Печатные процессы.

Изготовленная печатная форма закрепляется в печатной машине или на станке. На неё сверху загружается краска и опускается ракель, представляющий собой жёсткий держатель с закреплённой в нём прямоугольной пластиной – резиновой или из пластика. При движении ракеля по сетке происходит продавливание краски через ячейки сетки, и краска наносится на запечатываемую поверхность.

## 3. Послепечатные процессы.

К послепечатным процессам относится сушка отисков. К другим процессам по отделке запечатанных листов относятся: резка, высечка, фальцевание и т.д. [2]

Исходя из проведённого разностороннего анализа проектируемого объекта, были установлены следующие функциональные требования к портативному станку для шелкографии:

- совместить основные рабочие компоненты станка в одном компактном корпусе;
- разработать систему простого изготовления трафаретов для печати изображений;
- система замены трафарета на рамке без повреждения последней;
- система очищения рамки и сетки от излишков краски и возможность повторного её использования для других циклов печати.

Исследование аналогового ряда моделей станков для шелкографии, представленных на рынке позволило установить следующие эргономические требования к проектируемому оборудованию:

- формат рамки и запечатываемой поверхности – А6... А4.
- необходимо разработать отсек для хранения дополнительных материалов (красок, бумаги, ракеля);

Схема работы на данном станке принципиально не отличается от классической шелкографии. Однако при сохранении технологии печати

оформление и компоновка узлов оборудования разработана с учётом наиболее удобного и эффективного использования материалов.

Корпус выполнен из матового пластика, в связи с чем, внешний вид схож с классическим принтером. Габаритные размеры портативного станка (230×230×250 мм) позволяют поместить его на рабочем столе любого размера. На рисунке 1 представлена модель портативного станка для шелкографии.



Рисунок 1. Модель станка для шелкографии

Одним из основных рабочих узлов данного станка является рамка, оснащённая системой креплений, которые при захождении в пазы корпуса обеспечивают вертикальное движение рамки. Горизонтальное передвижение рамки внутри корпуса осуществляется механически при помощи направляющих уголков, расположенных внутри корпуса станка. Рамка состоит из двух разъёмных частей, которые спроектированы таким образом, чтобы при их смыкании без дополнительного закрепления удерживалась трафаретная сетка.

Другим важным элементом является столик, на котором впоследствии будет располагаться запечатываемая поверхность. Размеры столика соответствуют печатному формату А5 (148×210 мм). В дальнейшем возможна модификация, при которой стандартные рамка и столик формата А5 смогут быть заменены на А6 и А4. На рисунке 2 представлена модель портативного станка для шелкографии с рамкой и столиком в рабочем состоянии.

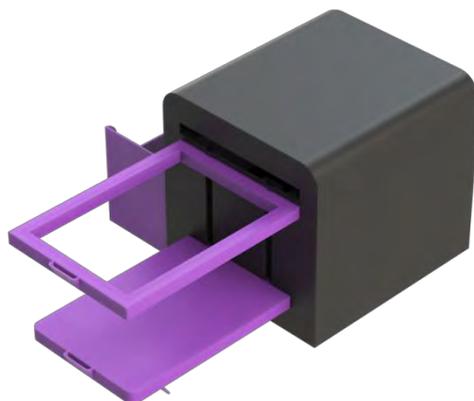


Рисунок 2. Рамка и столик в открытом состоянии

Сбоку конструкции размещён съёмный отсек для хранения красок и ракеля. Также туда можно складывать бумагу, дополнительные сетки, рамки и столики другого формата. Отсек для хранения разработан съёмным для возможности замены его на любой другой цвет, представленный в линейке.

В качестве примера потенциального применения портативного станка для шелкографии в образовательном процессе была выбрана дисциплина «Введение в промышленный дизайн».

Для оценки творческих способностей студентов 1 курса была разработана учебная программа, включающая в себя разработку студентами собственного стиля.

В соответствии с выданными заданиями студенты должны были представить работы, направленные на изучение основного творческого инструментария дизайна и использования его для проявления своего личного стиля. Примеры работ студента 1 курса на темы «Паттерн» и «Логотип» представлены на рисунках 3 и 4 соответственно.

В перспективе применение технологии трафаретной печати в образовательном процессе позволило бы студентам не только детально познакомиться с технологией получения изображения методом шелкографии, а еще и стимулировало бы их заинтересованность в специальностях дизайнерского профиля.

Разработка студентами своего личного стиля в самом начале обучения создает необходимый фундамент для дальнейшего выполнения заданий по профильным дисциплинам, а также подталкивает к созданию и поддержанию личного портфолио, что необходимо в современных реалиях.

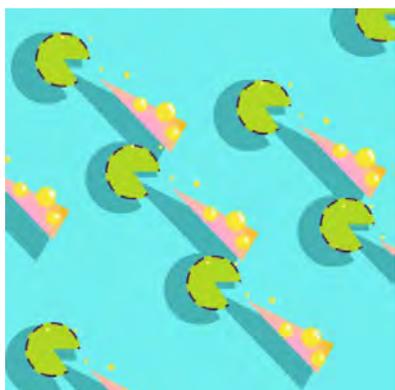


Рисунок 3. Паттерн

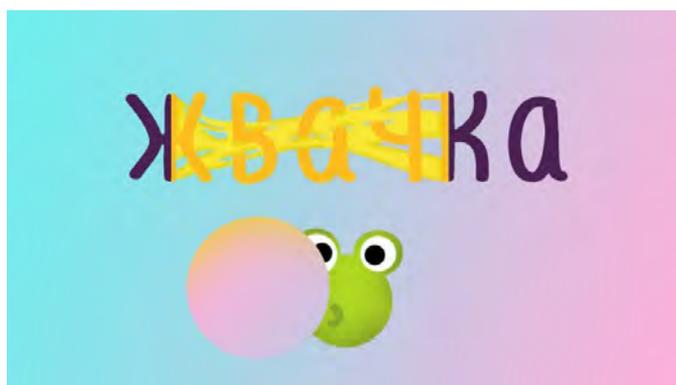


Рисунок 4. Логотип

В результате проведенного анализа оборудования для трафаретной печати был представлен дизайн-проект портативного станка для шелкографии.

В качестве практической части исследования была разработана концепция перспективного применения технологии получения изображений при помощи шелкографии в образовательном процессе.

### Литература

1. Машины и станки трафаретной печати [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://compuart.ru/article/8508> – Дата доступа : 15.02.2023
2. Шелкография и трафаретная печать – оборудование [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://pmachine.by/g117611-shelkografiya-trafaretnaya-pечат> – Дата доступа : 16.02.2023
3. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.gknt.gov.by/news/aktualno/strategiya\\_nauka\\_i\\_tekhnologii\\_2018\\_2040/](https://www.gknt.gov.by/news/aktualno/strategiya_nauka_i_tekhnologii_2018_2040/). – Дата доступа: 01.02.2023.

### УДК 331.101.1

### СОВРЕМЕННЫЙ ДИЗАЙН – ЭРГОНОМИЧНЫЙ ДИЗАЙН

Медяк Д.М., кандидат технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой  
«Промышленный дизайн и упаковка»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Эргономика – молодая наука, ее появление в 1950-м году было закономерно связано с развитием науки, техники, технологий и обусловлено рядом причин, среди которых одной из важнейших можно назвать осознание

важности учета человеческого фактора при проектировании чего-либо для человека.

Эргономика и дизайн являются частью процесса проектирования. Важно чтобы они не противоречили друг другу, а наоборот дополняли и способствовали исполнению своих функций. Проблема заключается в различиях между эргономикой и дизайном. Так, если обобщать, конечной целью дизайна является внешняя эстетика объекта, а эргономики – удобство и эффективность пользования [1]. Это приводит к тому, что предметы, признанные шедеврами дизайна зачастую неудобны в использовании. Например, соковыжималка Juicy Salif [2] представляет собой скорее оригинальный арт-объект, напоминающий космический корабль. Однако, если рассмотреть ее с точки зрения удобства пользования, становятся очевидны проблемы использования по назначению: слишком длинные и тонкие ножки создадут сложности при приложении усилия при прижмении фрукта, дополнительно необходима емкость для сбора сока, высота инструмента увеличивает опасность разбрызгивания жидкости. Или кресло Lockheed Lounge [2], напоминающее формой экзотическое животное, внешне создает ощущение комфортного ложа с закругленным обтекаемым силуэтом и изгибами, соответствующими человеческому телу, однако материал, из которого оно изготовлено – это алюминиевые пластины, позволяющие легко соскользнуть с кресла за счет его округлых форм. Еще одно кресло – красно-синий стул Геррита Ритвельда [2] – выполнено в стиле неопластицизма и представляет собой кресло из фанерных планок и досок для спинки и сиденья. Примечательно, что можно найти фотографию автора, который сидит в своем кресле, положив две подушки на сиденье и спинку, что говорит о неэргономичности созданной мебели.

Примером удачного слияния и взаимного влияния эргономики и дизайна можно считать историю компании ОХО, воплотившуюся в разработке дизайна овощечистки и других кухонных приспособлений. Изначально ножи для чистки овощей изготавливались либо полностью из металла с условной ручкой в виде полосы, либо с пластиковой изогнутой частью в качестве ручки. Такая конструкция позволяла овощечистке исполнять свою функцию. Но проблема неудобства использования остро выявилась для людей с болезнями суставов рук, поэтому компания ОХО применила новый материал для ручки (похожий на резину полимер) и разработала новый дизайн [3]. Это решение оказалось настолько удачным, что и здоровые люди предпочли пользоваться ножами с улучшенной ручкой. Однако очевидно, что если бы нож не выполнял свою основную функцию, эргономичная ручка не играла бы никакой роли.

Первое требование к любому создаваемому предмету, инструменту или

механизму – он должен выполнять функцию, для которой предназначен. Таковыми были, например, первобытные орудия охоты. И если они не соответствовали этим требованиям, то ценой для охотника становилась его жизнь. Все последующие изобретения и приспособления, появлявшиеся на пути развития человечества, в первую очередь должны были делать что-то, что облегчит человеку жизнь или позволит решить ту или иную задачу. Но об удобстве использования создаваемого объекта первоначально речь не шла. Очевидным и естественно применяемым принципом было создание предметов под размеры человеческого тела или его частей, например, при изготовлении тех же орудий охоты, но осознание важности учета и других характеристик человека пришло далеко не сразу, только с развитием медицины и появлением науки о труде.

Примеры можно найти практически во всех отраслях промышленности и областях человеческой деятельности. Так, если проследить историю развития транспорта, можно отметить, что первые автомобили могли перемещать человека в указанное место быстрее, чем повозка с лошадьми, но об удобстве путешествия говорить не приходилось. Впоследствии технические устройства сделали автомобиль удобным и комфортным средством передвижения, постепенно убирая все неблагоприятные факторы: вибрация, резкие толчки, громкие звуки и т.п. Вплоть до того, что современные электромобили могут быть совершенно бесшумны, однако это уже оказалось опасно для пешеходов, поэтому в них звук движения воссоздается искусственным путем.

Или примеры из сферы упаковки. Изобретение в 19 веке герметично укупоренной жестяной консервной банки позволило сохранять продукты в длительных наземных и морских путешествиях. Но консервный нож был изобретен на 50 лет позже, а учитывая, что первые консервные банки изготавливались из толстой жести, их использование вызывало серьезные трудности. Современные консервные банки эргономичны и максимально ориентированы на потребителя продукции – содержат встроенный в крышку ключ, позволяющий открыть банку без дополнительных приспособлений.

Относительно недавно упаковка йогурта представляла собой стеклянную бутылку с крышкой из фольги. В такую тару в советское время упаковывали всю молочную продукцию. Для вязкого йогурта это не самый удобный вариант. Появившиеся впоследствии стаканчики с запаянным фольгой верхом более приемлемый вариант упаковки. Но сегодня эргономичные упаковки йогурта предлагают кроме герметичной укупорки продукта, дополнительную крышку для закрытия после неполного потребления продукта, также в упаковке может быть ложечка для извлечения продукта, различные наполнители и даже игрушки.

Еще одним отличием эргономики от дизайна является то, что дизайн отражает признаки времени, в котором создается, а эргономика – это как раз характеристика современного этапа. Причем с момента появления эргономики можно также выделить определенную периодизацию: военная эргономика, промышленная, потребительских товаров и услуг, эргономика компьютеров и информационных технологий [1]. Непосредственно сегодняшней день отличает проникновение эргономики во все сферы жизнедеятельности человека. Даже забота об экологии является в каком-то смысле проявлением эргономики, т.к. она в частности заботится об обеспечении благополучия человека, можно говорить, человечества в целом. Также в последнее время в эргономике уделяется повышенное внимание к людям с ограниченными возможностями, это проявляется в создании доступной для них среды (пандусы, подъемники), приборов (звуковая, световая индикация), предметов обихода (использование шрифта Брайля) и др.

Появившись, эргономика прочно вошла в круг научных дисциплин, стала неотъемлемой частью процесса проектирования. Современный дизайн должен органично соединяться с эргономикой, которая является отличительным признаком сегодняшнего дня.

### **Литература**

1. Березкина Л.В., Кляуззе П.В. Эргономика: учебник. – Минск: РИВШ, 2020. – 564 с.
2. Ходж С. Дизайн. Почему это шедевр. 80 историй уникальных предметов; [пер. с англ. И. Филлиповой]. – М.: Синдбад, 2019. – 224 с.
3. История ОХО – овощечистки для людей с артритом, ставшей частью музея современного искусства // vc.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/story/46707-istoriya-oxo-ovoshchekistki-dlya-lyudey-s-artritom-stavshey-chastyu-muzeya-sovremennogo-iskusstva>. – Дата доступа: 10.02.2023.

**УДК 65.658**

### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИЗАЙНА**

Высоцкая Н.В., магистр

Микульчик С.Ю., старший преподаватель  
кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

В настоящее время эффективность бизнеса основана на данных мировых исследований в области консалдинга, перспектив развития конкуренции. В современном мире огромную роль играют технологии управления бизнес-процессами предприятия и инструменты обеспечения конкурентоспособности, к которым относят – дизайн.

Экономический аспект дизайна демонстрирует «золотое правило десяти» в соответствии с графиком на рисунке 1.

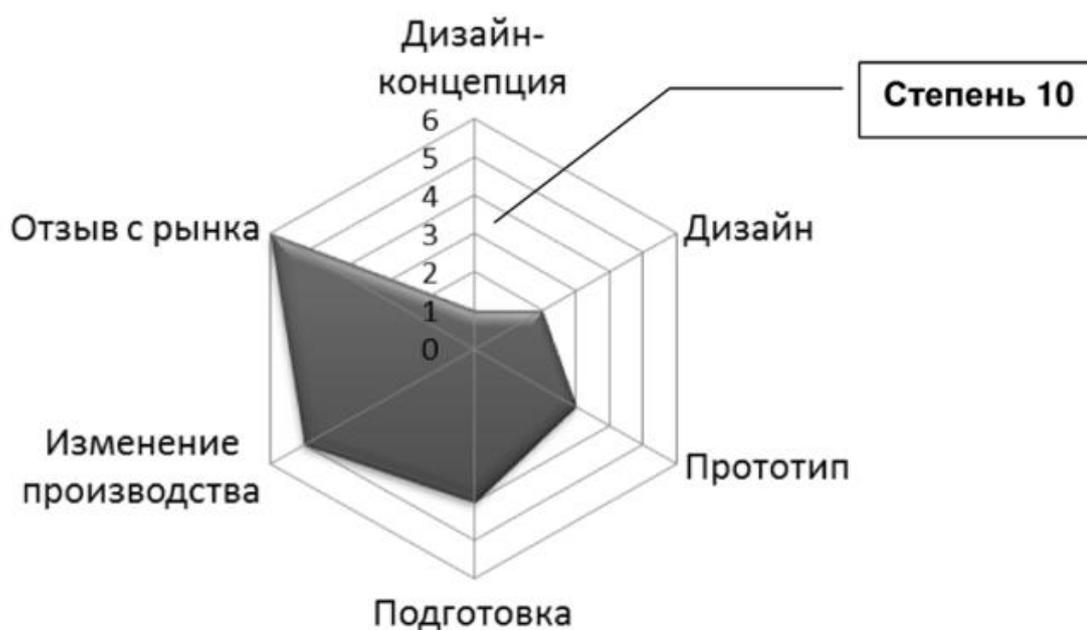


Рисунок 1. Финансовый показатель затрат на дизайн изделия

В результате анализа исследований роли дизайна в бизнесе установлен ряд общих дизайн-факторов, по которым он наиболее значимо вкладывается в успех и конкурентоспособность организации:

- увеличивает цену;
- совершенствует стратегию и открывает новые рынки;
- формирует имидж бренда и корпоративную репутацию;
- сокращает процесс разработки нового продукта;
- включает экономию на логистике;
- формирует инновации;
- создает группы, основанные на пользовательском восприятии («дизайн впечатления», «дизайн эмоции»);
- обеспечивает патентоспособность торговой марки как объекта интеллектуальной собственности;
- улучшает пользовательские характеристики;
- совершенствует вклад в устойчивое развитие;
- обеспечивает рост прибыли в зависимости от дизайн-фактора.

На современном этапе одну из важных ролей занимает экономическая оценка дизайна при разработке дизайн-проектов, которая базируется на применении основных особенностей дизайн-деятельности, юридических аспектах при выполнении технико-экономических обоснований проектируемых объектов дизайна.

Исследования в данной области показывают, что необходимо решать ниже перечисленные задачи:

- изучать особенности и перспективы дизайн-проектирования;
- применять правовые основы дизайн-деятельности в разработке технико-экономических расчетов, смет дизайн-проекта;
- составлять с учетом всех особенностей проектную документацию;
- применять принципы экономического обоснования дизайн-проекта: основные юридические аспекты технико-экономических расчетов и смет с использованием нормативно-правовых и справочных источников.

Объекты проектирования в области промышленного дизайна включают следующие направления:

- машиностроение;
- транспортные средства;
- приборы, инструменты;
- мебель, сантехника;
- бытовые приборы;
- посуда;
- электроника;
- текстиль, одежда;
- парфюмерия, бытовая химия;
- бижутерия, ювелирное дело.

Результаты исследования в области профессиональной деятельности инженера-конструктора-дизайнера привели к выводу о структуризации и формировании основных **пяти** этапов:

- первый** этап: предпроектное исследование:
  - формирование технического задания (изучение требований и пожеланий заказчика);
  - анализ технического предложения (знакомство с техническими характеристиками, исходными данными; анализ особенностей проектируемого объекта);
  - предпроектный анализ (постановка цели; сбор информации, изучение аналогов, нормативных требований и стандартов; выбор технологий, методов, способов проектирования и конструирования; определение стилового направления, цветового решения; изучение особенностей формообразования;

проведение эргономического исследования (выявление эргономических требований к проектируемому объекту));

**-второй** этап: художественное проектирование:

-эскизное проектирование (форэскиз (дизайн-концепция); вариантное эскизирование на основе применения художественно-графических знаний, умений, навыков, проектно-образного мышления и творчества);

**-третий** этап: инженерно-техническое проектирование и конструирование:

-проектирование и техническая разработка проекта (чертежи и схемы; макет или визуализация проектируемого объекта; эргономический анализ дизайн-проекта);

**-четвертый** этап: экономическое обоснование:

-разработка сметной и проектной документации (составление экономических расчетов и смет; спецификации по применяемым материалам, ведомости объемов работ);

**-пятый** этап: производственно-организационный:

-представление проекта и его реализация (презентация проекта; оценка проекта; доработка проекта с учетом рекомендаций; реализация проекта).

Каждый этап деятельности инженера-конструктора-дизайнера предусматривает решение отдельно поставленной профессиональной задачи.

**Предпроектное исследование** включает аналитико-исследовательские задачи:

- сбор информации: изучение области потребителей, особенности проектируемого объекта, аналогов;

- изучение нормативно-правовых документов, исследование проектных, технических, технологических, конструкторских, эргономических требований дизайн-проекта;

- исследование модных тенденций в дизайне, специфики современных материалов и технологий;

- знакомство с особенностями формообразования проектируемого объекта;

- принятие решений по оптимальному выбору технологий, методов, способов проектирования и конструирования.

**Художественное проектирование** включает художественно-графические задачи:

-разработка эскизов;

-композиционное решение на основе закономерностей формообразования и цветоведения;

-степень применения практических навыков в области проектной графики.

**Инженерно-техническое проектирование и конструирование** включает решение трех профессиональных задач:

- проектно-технические задачи: выполнение творческого проекта с применением современных технологий, стилистических, образных решений; графическое представление проекта;

-конструкторско-технические задачи: разработка конструкции проектируемого объекта;

-эргономические задачи: проведение эргономического анализа и расчет эргономических показателей проектируемого объекта.

**Экономическое обоснование** включает решение экономических задач:

- выполнить экономические расчеты;

-составить ведомости объемов работ;

-разработать сметную документацию по реализации производственных и проектных работ.

**Производственно-организационный** этап включает производственно-организационные задачи:

-создать презентацию, оценить ее, доработать с учетом рекомендаций;

-составить документацию проекта, предоставить в соответствующие организации для согласования и утверждения;

-организовать проектную деятельность с учетом этики делового общения;

-скоординировать взаимодействия специалистов смежных профессий в период проектирования;

-осуществлять контроль за реализацией всех этапов разрабатываемого проекта.

По степени значимости поставленных задач и коэффициента полезности, результативности решения выставляется экономическая оценка профессиональной деятельности инженера-конструктора-дизайнера по разработке, выполнению, внедрению дизайн-проекта.

### **Литература**

1. Стратегия «Наука и технологии: 2018-2040»: Постановление Президиума Национальной академии наук Беларуси от 26.02.2018г. №17.– 44с.

2. Государственная программа «Образование и молодежная политика» на 2021 – 2025 годы.

3. Использование цикличности и ступенчатости в организации учебного процесса с элементами визуализации / В. В. Кузьмич [и др.] // Информационные технологии в политических, социально-экономических и

технических системах [Электронный ресурс] : материалы научно-практической конференции, 22 апреля 2022 года / Белорусский национальный технический университет, Факультет технологий управления и гуманитаризации ; редкол.: Г. М. Бровка (пред. редкол.) [и др.] ; сост. А. В. Садовская. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 274-276.

4. Володько, В.Ф. Предпосылки и условия формирования национальных инновационных систем / В.Ф.Володько // Новая экономика.–2020.– №1.–С.27-32.

5. Шкиль, О.С. Теоретические основы технико-экономических расчетов и смет в дизайн-проектировании. Ч.1: учебно-методическое пособие/ Шкиль, О.С.– Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2020. – 51с.

## **УДК 004.9**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ**

Александров В.М., член Президиума, Председатель Совета ветеранов  
ОО «Белорусская федерация бокса», к.т.н.

Петренко Е.А., магистрант кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»

Пентковский И.С., студент кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»

*Белорусский национальный технический университет*

*ОО «Белорусская федерация бокса», г. Минск*

Достижения научно-технического прогресса получили широкое развитие в различных отраслях производства. Одним из приоритетных направлений научных исследований Беларуси являются разработка и внедрение технологий аддитивных технологий (3D-печати), т.е. кастомизированного производства деталей и изделий сложной формы по трехмерной компьютерной модели путем последовательного нанесения материала (как правило, послойного). Достоинством данных технологий является возможность проектирования деталей и изделий пространственно сложной геометрии и дизайна. Изделия сложной геометрии – объекты сложной конфигурации, имеющие асимметрию и большое количество мелких частей различной формы. Изготовление таких изделий (на примере декоративных и сувенирных изделий) традиционными производственными методами (литьем под давлением, механической обработкой) обходится дешевле при массовом производстве изделий. К основным преимуществам литья под давлением относятся высокая скорость производства, исключительная прочность конечного продукта и возможность массового производства деталей без дефектов, что значительно минимизирует

затраты. Недостатками являются конструктивные ограничения, обусловленные геометрией пресс-формы, высокая стоимость изготовления пресс-формы для формования изделия, а также сложность внесения изменений в изделие, что приводит к необходимости изменения параметров процесса и конструкции оснастки.

Альтернативным методом для изготовления является 3D-печать, обладающая преимуществом при мелкосерийном производстве, позволяя достигнуть более высокого темпа производства и гибкости дизайна и формы изделия, наряду с повышенной экономичностью в пересчете на единицу произведенного товара. Кроме того, можно легко вносить изменения или исправлять ошибки, связанные с дизайном, геометрическими размерами, поэтому она подходит на стадии прототипирования. Однако стоит отметить, что этот метод не лишен недостатков, самым главным, из которых является ограниченное количество изделий, которые можно печатать одновременно, что влияет на скорость всего процесса, а также расхождение геометрических размеров созданной трехмерной САД-модели с напечатанным прототипом изделия, что требует проведения серии экспериментальных исследований по установлению поправочного коэффициента 3D-модели и коэффициента усадки, изучения влияния параметров печати на различных видах материалов, выбора наиболее подходящего материала с учетом качественных характеристик полученных изделий сложной геометрии (внешний вид, шероховатость поверхности).

Объектом исследований являлась спортивная наградная статуэтка Белорусской федерации бокса, выполненная в виде аиста в экипировке для бокса, размещенного на пьедестале, и изготовленная из пластмассы или бронзы литьем (рисунок 1 а).

Для упрощения процесса изготовления изделий сложной формы (геометрии) с использованием 3D-печати на первом этапе выполнено моделирование данного образца изделия с помощью средств САПР. Моделирование осуществлялось в двух программах SolidWorks и Blender, в связи с их различными возможностями и сферами моделирования. Blender является программой, используемой для создания трёхмерной компьютерной графики, включающей в себя средства моделирования, скульптинга, анимации. Используется для создания 3D моделей персонажей, зданий, техники и животных для игр, визуализации и дизайна. SolidWorks – это программный комплекс САПР, используемый на этапах конструкторской и технологической подготовки производства.

При разработке моделей в двух выбранных программах было выявлено, что создание сложных поверхностных тел удобнее и эффективнее в программе

Blender, а SolidWorks больше используется в машиностроении для проектирования твердотельных объектов, с точными размерами, допусками и для проведения расчетов на прочность, изгиб. Моделирование спортивной наградной статуэтки в SolidWorks является трудозатратным и не позволяет получить обтекаемую геометрию изделия. Поэтому создание модели статуэтки осуществлялось в программе Blender с применением набора инструментов 3D-Print Toolbox, созданием простых объектов и последующим моделированием на их основе сложных объектов, программа позволяет накладывать текстуру на объект и отдельные полигоны, что в итоге позволяет создать реалистичную визуализацию модели. На рисунке 1б представлена созданная модель изделия сложной формы на примере спортивной наградной статуэтки Белорусской федерации бокса «Аист-боксер».



а – статуэтка, изготовленная из пластмассы; б– 3D-модель статуэтки  
Рисунок 1. Спортивная наградная статуэтка «Аист-боксер»

Таким образом, на начальном этапе создана цифровая модель будущего объекта в CAD-программе, следующий этап заключается в переводе полученного файла в STL-формат, который распознает 3D-принтер. Перед экспортом задается степень детализации модели, при этом необходимо учитывать требования к качеству поверхности при печати, свойства материалов, из которых будет осуществляться печать, мощность компьютера и возможности 3D-принтера.