

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2024, Том 9, № 1 / 2024, Vol. 9, Iss. 1 <https://kostumologiya.ru/issue-1-2024.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/08TLKL124.pdf>

2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гусева, М. А. Этапы детализации фактуры меховой поверхности в имитационном моделировании одежды /

М. А. Гусева, К. Али кызы // Костюмология. — 2024. — Т. 9. — № 1. — URL:

<https://kostumologiya.ru/PDF/08TLKL124.pdf>

For citation:

Guseva M.A., Ali kyzy K. Stages of detailing the texture of the fur surface in clothing simulation. *Journal of Clothing*

Science. 2024; 9(1): 08TLKL124. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/08TLKL124.pdf>. (In Russ., abstract in

Eng.)

Гусева Марина Анатольевна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: guseva_marina67@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3491-6132>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=829347

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57197843104>

Али кызы Курманжан

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Аспирант

E-mail: alikyzy@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9841-9886>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1131488

Этапы детализации фактуры меховой поверхности в имитационном моделировании одежды

Аннотация. Развитие автоматизации процесса проектирования одежды на современном этапе посвящено трехмерному моделированию и визуализации образов проектируемых изделий. Авторами определено, что визуализация необходима как на этапе дизайнерской подготовки, так и при оценке качества конструктивных решений. Симуляция примерок в графических 3D программах позволяет устранить ошибки проектирования и снизить материалоемкость проектного этапа. Для повышения конкурентоспособности продукции необходимо развивать представление виртуальных аналогов изделий на интернет-площадках производителей и торговых компаний. Данная услуга направлена на кастомизацию процесса проектирования одежды из меха, расширение модельного ряда посредством персонификации дизайна, вариантов конструктивно-технологических решений и конфекционирования изделий.

Дизайнеры и конструкторы современных меховых предприятий должны иметь навыки работы в трехмерных графических программах, включающих модули симуляции визуальных характеристик проектируемых объектов. Анализ возможностей современных трехмерных графических редакторов показал приемлемость их использования в процессе имитационного проектирования одежды из пушнины. На основании тестирования инструментария симулятивных систем автоматизированного проектирования, доступных отечественным

пользователям, авторами сформулированы основные этапы детализации генерирования сложной фактуры меховой поверхности.

Проведенным исследованием установлено, что в процессе визуализации меховой поверхности дизайнеру необходимо выполнить разноплановые графические работы, направленные на генерирование сложных геометрических объектов — симуляции в виртуальном пространстве фактуры меха, особенностей окраса и структуры всех типов волосков. Реализовать моделирование объектов со сложнофактурной поверхностью можно многоэтапным имитационным проектированием.

Авторами установлено, что реализовать сложную задачу генерирования виртуального аналога меховой поверхности невозможно в одной программе-симуляторе виртуальных примерок. Дизайнеру необходимы пользовательские навыки работ в нескольких графических редакторах.

Ключевые слова: визуализация меха; волосяной покров; имитационное проектирование; эстетический редиайн; дизайнер; графический редактор; окрас

Введение

Торговля мехами и производство одежды из меха на протяжении веков остаются частью экономики России. Наиболее востребованными видами пушнины, как объекта торговли, являются шкурки соболя, норки, лисицы, песца, нутрии [1; 2]. Меховой товар всегда относился к категории роскоши, наряду с шелком, драгоценностями и фарфором [3]. Однако, в истории моды известны основанные на протестах зоозащитников периоды запретов использования меха в качестве материала для швейной продукции, пришедшие на конец XX [4] и начало XXI веков [5]. Несмотря на то, что отказ от звероводческого фермерства подкосил мировую меховую индустрию, производство элитной одежды из дорогих видов меха не прекращалось [5], что и способствовало возрождению интереса дизайнеров и промышленников к ассортименту меховой одежды [6-8] и выводу на рынок меховой продукции [9].

На российском рынке традиционно востребована швейная продукция из натурального меха, причем, основную долю товаров составляют изделия, производимые на отечественных предприятиях, при этом, меховое сырье и полуфабрикаты используются как отечественные, так и импортные [10]. Несмотря на снижение за последнее десятилетие товарооборота, меховая отрасль возрождается, опираясь на успехи клеточного звероводства [11]. На отечественном рынке преобладают звероводческие хозяйства, занимающиеся выращиванием поголовья норок. По данным *Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС)*¹, в 2022 году поголовье взрослых самок норок более чем в 40 раз превышало аналогичный показатель по другим основным видам пушнины (лисица, песец). Количество пушных шкурок, поставленных российскими звероводами на рынок в 2022 году, составило: норок — 469 686 шт., лисицы — 27 368 шт., песца — 9 450 шт., нутрии — 2 270 шт. [10]. Шкурковая продукция российских звероводов конкурируют с пушниной, экспортируемой Китаем — ведущим мировым поставщиком [5; 9–11]. Успехи возрождения отрасли основаны на улучшении кормовой базы [12], непосредственно влияющей на эстетические [13] и эксплуатационные [14] характеристики волосяного покрова пушного полуфабриката.

Востребованность одежды из меха норки обусловлена высокими визуальными и тактильными свойствами волосяного покрова шкурок.

¹ ЕМИСС. Официальные статистические показатели [Электронный ресурс] URL: https://www.fedstat.ru/?ysclid=ls_hvosm3w219201150.

Высота волосяного покрова норки колеблется в диапазоне 15–25 мм (средневолосяе, по классификации Беседина) [15], а густота роста волосков на 1 см² составляет 12–20 тыс. шт. Размеры шкурок (длина, ширина, площадь) позволяют разнообразить способы раскроя [16], формирующие дизайн мехового изделия [17].

Современная мода предоставила дизайнерам неограниченные возможности по совершенствованию эстетических свойств меха [18]. Исследования востребованности меха норки в дизайнерских и промышленных коллекциях одежды [18–21] показали, что высока популярность этого вида пушнины, как в естественном окрасе с природными геометрическими характеристиками волосков, так и с облагороженным волосяным покровом — с окрашиванием, лазерной стрижкой, шипкой и т. п.

Высокая стоимость одежды из меха побуждает многих потребителей совершать покупки, посещая торговые зоны. При этом существует интернет-торговля в данном сегменте швейной продукции, что стимулирует развитие технологий виртуальной примерки (ВП) одежды, характерной особенностью которых является необходимость достоверной симуляции свойств, фактуры [22] и поведения материалов [23], из которых изготовлены изделия. Реалистичность представления изделий в виртуальной среде не только увеличивает шанс товара быть проданным, но и повышает имидж компании и стимулирует конкурентную среду рынка [24], развивает IT-технологии в отрасли.

Цель исследования — разработка метода визуализации фактурной поверхности пушнины для процесса имитационного моделирования одежды.

Объектом исследования выбран мех норки и одежда из пушнины.

Методы и материалы

В исследовании применены: анализ научных публикаций по исследуемой проблеме, системный анализ, объектно-ориентированный анализ, анализ и синтез проектной информации, методы классификации и экспертной оценки.

Выполнены трехмерное моделирование объекта в САПР-симуляторе CLO3D и сопряженных программах, валидация характеристик (описательных, метрических, визуальных) виртуальной модели, сравнение полученных объектов с натурным аналогом. Систематизированная информация включена в разработанные авторами базы данных.

Результаты исследования

Цифровая одежда — современный дизайнерский инструмент в реализации проектных работ [25]. В настоящее время виртуальные примерки — это развивающаяся технология, маркетинговый ход, призванный изменить модель потребления. Согласно классификации М.А. Ларионовой и В.Н. Бабешко [26], ВП выступают в роли инструмента на этапах дизайнерской, производственно-технологической и маркетинговой подготовки.

Процесс проектирования меховой одежды основан на методиках и технологиях, используемых в проектировании одежды из текстиля [27]. Однако, существует особенность генерации в VR-пространстве сложной фактуры меха, поскольку «на геометрию поверхности внешнего слоя изделия из пушно-мехового полуфабриката влияют длина и густота волосяного покрова, различающиеся по видам меха, а также извитость и опушенность волос, угол их наклона к кожной ткани» [28].

В настоящее время развиваются два основных направления трехмерной визуализации швейных изделий: (1) геометрическое моделирование с использованием математических законов [29] и (2) имитационное [30]. Геометрическое моделирование меховой одежды предполагает выстраивание нескольких оболочек: внутренняя — ограничивающая пространство между поверхностью аватара и внутренней поверхностью изделия; и внешняя — ограничивающая контуры волосяного покрова. Расстояние между этими оболочками равно толщине волосяного покрова [31]. Контуры меховой одежды, в основном, сглаженной формы, благодаря опушенности меха, однако, в местах максимального изгиба поверхности тела человека наблюдаются визуально заметные преломления поверхности, поэтому радиусы кривизны внутренней и внешней ограничивающих оболочек будут различаться и зависеть от пышности волосяного покрова [32]. В настоящее время геометрическое 3D моделирование меховой одежды — это развивающаяся база знаний.

Наиболее доступным сегодня способом визуализации внешней формы швейного изделия из меха является имитационное проектирование в программах трехмерной графики, например, CLO3D [33]. Инструментарий симулятивных программ² позволяет с высокой достоверностью эскизировать фактуру меха [34]. При этом, для ускорения графических работ возможно модульное проектирование, например, объединение некоторых геометрических параметров в единый блок (наклон волосков, длина, цвет) [35] для последующей генерации новых особенностей [36].

Установлено, что для достоверной визуализации формы волосков и объемной фактуры меха необходимы инструменты, алгоритм действия которых основан на ритмичной геометрии, позволяющей генерировать искомый эффект [37]. Поскольку волосяной покров шкурки состоит из плотно расположенных и тонких волосков подшерстка и грубых остевых волос, то для реализации поставленной задачи выбрана техника рендеринга [38], успешно применяемая в мульт-анимации [39].

Для экспериментального цифрового моделирования фактуры шкурки норки проведено исследование возможностей известных графических редакторов, пригодных для трехмерного проектирования одежды. Установлено, что для рендеринга меха пригодны такие программы, как Maya, 3D Max, Blender, ZBrush и Houdini. Алгоритм последовательности действий проектировщика может отличаться в зависимости от выбранного программного обеспечения, при этом базовыми этапами являются:

- создание модели базового элемента меха — единичного волоска;
- текстурирование (texturing, rigging);
- создание освещения;
- рендеринг;
- анимация;
- пост-обработка.

На первом этапе выполняют генерирование единичной модели волосков меха, где учитывают вид волосков и геометрию объекта (толщину, длину, угол наклона) [34; 35].

² Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Али К.К., Балакирев Н.А., Разумеев К.Э. Инструменты визуализации эстетических и геометрических характеристик пушно-меховых полуфабрикатов // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2021622735, 01.12.2021. Заявка № 2021622633 от 22.11.2021.

На этапе текстурирования объекту придают характерные визуальные свойства. например, в графической среде САПР CLO3D, используют инструменты *Fur parameters*, такие как *Melanin* (для коррекции пигментации), *Glossiness* (регулирование блеска), *Softness* (мягкость формы).

Варьированием параметров освещения добиваются оптимального качества представления объекта на экране монитора.

Важным этапом генерации меховой поверхности является рендеринг — многократное повторение базового элемента для формирования сложной фактуры поверхности, заполненной множеством волосков [38]. Рендеринг меха выполняют с помощью различных алгоритмов, таких как: *ray tracing* (трассировка лучей), *scanline rendering* (рендеринг строк сканирования), *path tracing* (трассировка пути) [39]. Сущность метода *ray tracing* состоит в генерации луча для каждого пикселя изображения. Сгенерированный луч пересекает 3D объект (волосок виртуального меха), далее формируется матрица, включающая цветовую характеристику пикселя и параметры освещения объекта. Алгоритм *scanline rendering* основан на рендеринге каждой, отдельно сформированной на изображении, линии с последующей заливкой цветом единичных объектов. Метод *path tracing* использует генерацию случайных лучей для каждого пикселя модели виртуального волоска, при этом случайный луч генерирует новый, исходящий от источников света, задачей которых является детализация и реалистичность изображения [40].

Тестирование выделенных методов рендеринга показало, что наиболее высокий уровень детализации обеспечивает метод *ray tracing*. С помощью алгоритма *path tracing* так же можно получить реалистичные изображения меховой поверхности, но данный способ длителен, т. к. программе требуется большое количество вычислений. Наименее детализированное изображение получают способом *scanline rendering*. Графические редакторы, реализующие алгоритмы *ray tracing* и *path tracing* — это Blender, Autodesk 3ds Max, V-Ray, OctaneRender.

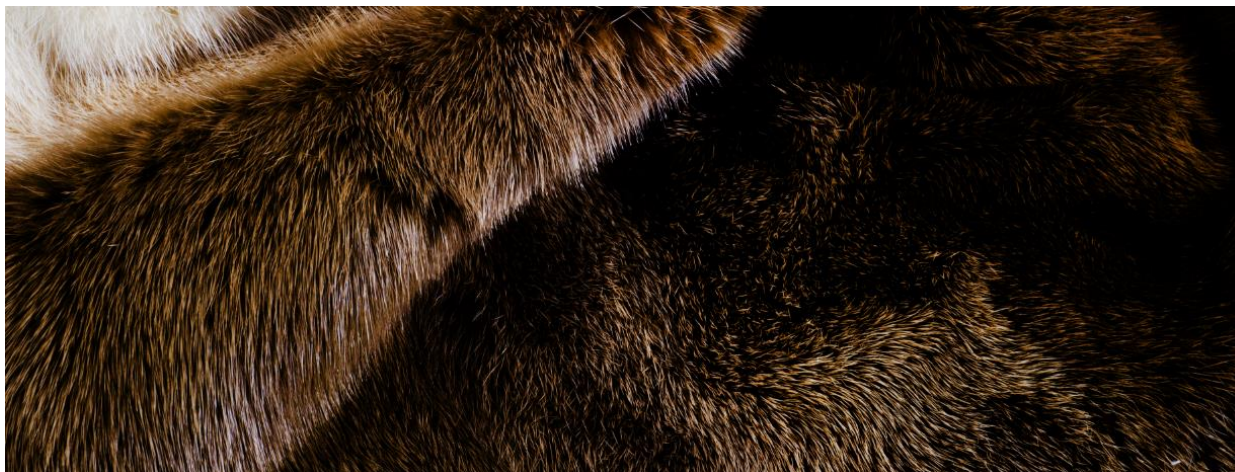


Рисунок 1. Фотография волосяного покрова коричневой норки (выполнено авторами)

Визуальное представление меха в имитационном проектировании является сложной задачей, поскольку требуется учитывать текстуру, цвет и структуру волос разных типов. На рисунке 1 представлена широкоформатная фотография фрагмента шкурки коричневой норки, где видны все виды волосков — от подшерстка до остевых. Остевые волоски длинные, стержневой формы, с характерным блеском (85 баллов по шкале блеска) [41]. Волоски подшерстка конусообразной формы, группированы, придают волосяному покрову опушенность, при этом имеют тенденцию прилипать друг к другу, что оказывает значительное влияние на общий внешний вид меховой поверхности. Окрас волосков меха разных типов

отличается.³ Остевые волосы темнее подпуши, при этом во многих породах норок окрас пуховых волосков меняется зонально [13].

В ходе эксперимента по визуализации меховой поверхности нами применены различные алгоритмы действий — ray marching (марширование лучей) и micropolygon (микрополигональная детализация структуры). Установлено, что с помощью выбранных методов недостаточно достоверно передаются эстетические и оптические свойства отдельных волосков подпуши. Остевые волоски при этом моделируются с четкой геометрией, динамическое разрешение программного инструментария обеспечивает гибкость в управлении параметрами поверхности виртуального меха (рис. 2).



а



б

Рисунок 2. Варианты рендера меховой поверхности: а — рендеринг методом ray tracing; б — рендеринг методом path tracing (выполнено авторами)

Для процедуры валидации виртуальных аналогов меха норки экспертами приглашены специалисты швейной отрасли, дизайнеры и скорняки меховых предприятий, потребители. Эксперты оценивали по десятибалльной системе степень схожести с натурным аналогом визуальных характеристик сгенерированных объектов (рис. 2). Минимальный балл (1) соответствовал наименьшему сходству, максимальный балл (10) указывал на полную идентичность сравниваемых характеристик. Схожесть с натурным аналогом (рис. 1) выявлена по следующим следующим параметрам волосяного покрова: блеск, цвет, оттенки, густота, опушенность, направление роста волосков, их длина, толщина и форма. Эксперты указали на высокое сходство (средний ранговый показатель равен 8,97 баллов) визуальных характеристик

³ ГОСТ 10322-71 Шкурки норки выделанные. Технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 1994. — 9 с.

натурного и виртуального изображений. Для оценки степени согласованности мнений экспертов рассчитан коэффициент конкордации⁴, полученное значение которого (0,84) говорит о высокой согласованности.

Разработанная технология визуализации меховой поверхности востребована также в эстетическом редизайне одежды. Реализация нового научно-практического направления — эстетический редизайн меховой одежды, бывшей в употреблении [42], направлена на расширение модельного ряда и повышения декоративности изделий.⁵ Поиск композиции, размеров и пропорций декоративных меховых элементов, мест их позиционирования на реставрируемом изделии целесообразно проводить на имитационных моделях — виртуальных аналогах одежды [43].

Качественно выполненная симуляция эстетических и геометрических свойств волосяного покрова позволяет провести этап конфекционирования модели в автоматизированном режиме, что значительно ускоряет процесс проектирования и позволяет в интерактивном режиме учесть все пожелания потребителей.

Заключение

Особенностью процесса визуализации меховой поверхности является разноплановость графических работ, направленных на генерирование сложных геометрических задач — симуляции в виртуальном пространстве фактуры меха, особенностей окраса и структуры волосков всех типов.

Реализовать моделирование объектов со сложнофактурной поверхностью можно многоэтапным имитационным проектированием. На начальном этапе формируется базовый объект — единичный волосок, обладающий спектром регулируемых параметров, зависящих от вида меха и особенностей воздействия на его структуру. Промежуточные этапы посвящены генерированию виртуального волосяного покрова имитационного меха. На финальном этапе выполняется валидация объекта проектирования. К процессу сравнения визуальных и метрических параметров виртуального меха с натурным целесообразно привлекать потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чапаев М.Р. Меховая торговля в России и регулирование экспорта мехов в XIX веке // Наука и современность. — 2011. — № 13-3. — С. 237–240.
2. Апсите М.А. Пушная отрасль в России и ее развитие за последнее десятилетие // Менеджмент в АПК. — 2023. — № 4. — С. 5–11.
3. Устюгова О.А. Пушная торговля на дальнем востоке России в исследованиях В.К. Арсеньева // Труды института истории, археологии и этнографии ДВО РАН. — 2023. — Т. 40. — С. 130–138.

⁴ Расчет коэффициента конкордации в онлайн режиме [Электронный ресурс] URL: <https://math.semestr.ru/corel/corndance.php>.

⁵ Гусева М.А., Швайбович А.В., Али К.К., Андреева Е.Г. Декоративные меховые элементы в цифровом проектировании, редизайне и апсайклинге швейной продукции / Свидетельство о регистрации базы данных RU 2023622455, 18.07.2023. Заявка № 2023622136 от 07.07.2023.

4. Gibson R.W. Animal rights assaults: Activists aim to skin the fur industry//The Los Angeles Times. — 1989, April 30.
5. Бакиев М.И. Натуральный мех и законы о защите животных // Вопросы кролиководства. — 2020. — № 5-6. — С. 63–64.
6. Harper C. I found myself inside her fur // Textile: The Journal of Cloth and culture. — 2008, Vol. 6, Is. 3. — P. 300–313.
7. Xu T., Fang M., Li G.D. Study on the Innovative Design of Fur Clothing // Advanced Materials Research. — 2011, Vol. 331, Sept. — P. 586–589.
8. Mei D. Fur and fur clothing creative design. — Beijing: China Textile Press, 2005. — 277 p.
9. Гусева М.А. Анализ современного развития меховой моды / М.А. Гусева, Л.Ю. Колташова, [и др.] // Костюмология. — 2020. — Т. 5. — № 1. — С. 10.
10. Колтышев В.В. Особенности товарооборота натурального меха в Российской Федерации // Вестник Российской таможенной академии. — 2021. — № 3(56). — С. 165–174.
11. Балакирев Н.А. Современное состояние клеточного пушного звероводства в мире // Кролиководство и звероводство. — 2021. — № 3. — С. 9–15.
12. Санжиева С.Е., Батоев Ц.Ж., Батанова М.Ф. Влияние рациона кормов на качественные показатели меха пушных зверей // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. — 2011. — № 4а. — С. 290–293.
13. Новиков М.В. Управление эстетическими и эксплуатационными свойствами меха норки путем модификации режимов кормления / М.В. Новиков, К.Э. Разумеев, [и др.] // Текстильная и легкая промышленность. — 2019. — № 2-3. — С. 17–21.
14. Новиков М.В. Показатели качества пушно-мехового полуфабриката // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. — 2015, № 8. — С. 54–63.
15. Беседин А.Н., Каспарьянц С.А., Игнатенко В.Б. Товароведение и экспертиза меховых товаров. — М.: Академия, 2007. — 208 с.
16. Рассадина С.П., Петрова В.А., Койтова Ж.Ю. Анализ формы и размера меховых полосок при раскрое // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2011. № 5(334). С. 86–90.
17. Рассадина С.П. Поверхность меховых полотен как объект дизайна // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. — 2016. — № 6(366). — С. 182–186.
18. Гусева М.А., Колташова Л.Ю., Новиков М.В., Андреева Е.Г., Алибекова М.И., Стрепетова О.А. Меховые элементы в дизайне одежды разного ассортимента // Научный журнал «Костюмология», 2020 № 2, https://kostumologiya.ru/PDF/15TL_KL220.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
19. Румянцева Д.А., Новиков М.В., Реусова Т.В. Изучение тенденций меховой моды из полуфабриката норки // Товароведение, технология и экспертиза: инновационные решения и перспективы развития. — МВА имени К.И. Скрябина»; Кафедра Товароведения, технологии сырья и продуктов животного и растительного происхождения имени С.А. Каспарьянца. Москва, — 2021. — С. 247–253.

20. Сафина Л.А., Тухбатуллина Л.М., Ибрагимова З., Газизова Н. Прогнозирование тенденций моды на примере одежды из натурального меха // Костюмология. — 2018. — Т. 3. — № 1. — С. 4.
21. Ахмадеева А.Р., Колташова Л.Ю. Модный дом «FENDI» — новатор меховой моды // В сборнике: Инновации и технологии к развитию теории современной моды, "Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)", посвящённая Фёдору Максимовичу Пармону. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. Москва, — 2022. — С. 371–376.
22. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Али кызы Курманжан Визуализация меха для симуляции его фактуры в одежде // Научный журнал «Костюмология», 2021 № 2, <https://kostumologiya.ru/PDF/06TLKL221.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
23. Соболева Л.А. Технология виртуальной примерки в современном ритейле модной одежды / Л.А. Соболева, А.Г. Кузьмин, И.Н. Тюрин [и др.] // Костюмология. — 2021. — Т. 6. — № 4.
24. Козлов Е.А., Рожков Д.В., Заруднева А.Ю. Виртуальная и альтернативная реальность как эффективное средство представления и продажи продукции // В сборнике: Инновации в науке и практике. — Уфа, 2020. — С. 227–232.
25. Хмелевская А.Г. Аксиологические аспекты цифровой моды // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. Вып. № 1 (125). — С. 1–7.
26. Ларионова М.А., Бабешко В.Н. Классификация виртуальной одежды по назначению // Наукосфера. — 2021. — № 6-1. — С. 183–186.
27. Корячихина М.А., Калинина Л.М., Рогожина Ю.В. Предпосылки для автоматизированного проектирования 3D поверхности меховой одежды в универсальных и специализированных САПР // Международный студенческий научный вестник. — 2017. — № 5. — С. 50.
28. Али К.К., Гусева М.А., Рогожин А.Ю. Перспективы использования VR-инструментов для процесса проектирования одежды из сложнофактурных материалов // В сборнике: Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х частях. Кострома, 2022. — С. 84–87.
29. Фроловский В.Д., Ландовский В.В. Разработка и исследование компьютерных методов трехмерного проектирования одежды // Омский научный вестник. — 2006. — № 3(36). — С. 132–137.
30. Рогожин А.Ю., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Имитационная модель процесса формообразования поверхности одежды // Дизайн и технологии. — 2018. — № 63(105). — С. 47–49.
31. Гусева М.А., Андреева Е.Г. Виртуальная коррекция оболочек внешней формы одежды на нетиповых фигурах / В книге Актуальные направления и инновационные подходы проектирования швейных изделий как оболочек сложной пространственной формы — Москва. 2021. — С. 53–60.
32. Перминова К.В., Койтова Ж.Ю., Сафронова М.В. Прогнозирование внешнего вида изделия из натурального меха при изменении радиуса кривизны поверхности // В сборнике: Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности. Сборник статей Всероссийская научно-техническая конференция. под. ред. Л.Н. Абуталиповой. 2019. С. 215–220.

33. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Али к К. Трехмерная графика виртуального эскиза как инструмент онлайн-мерчандайзинга меховой одежды // Дизайн и технологии. — 2021. — № 83-84 (125-126). — С. 32–42.
34. Али к. К., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Характеристика инструментария для визуализации эстетических и геометрических характеристик меха в САПР // Молодые ученые — развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). — 2022. — № 1. — С. 474–476.
35. Перминова К.В., Койтова Ж.Ю., Борисова Е.Н. Использование трехмерной модели поверхности меха в качестве маски для визуализации меховых изделий // В сборнике: Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х частях. Кострома, 2022. С. 143–145.
36. Барболина А.А., Перминова К.В. Визуализация внешнего вида меховых изделий при помощи программ полигонального проектирования // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. — 2021. — № 1. — С. 184–188.
37. Lengyel J., Praun E. Finkelstein A., Hoppe H. Real-time fur over arbitrary surfaces// In SI3D '01 Proceedings of the 2001 symposium on Interactive 3D graphics. New York, NY: ACM, 2001. P.227–232.
38. Goldman D.B. Fake fur rendering // Proceedings of «SIGGRAPH 97», 1997. P. 127–134.
39. Kajiya J.T., Kay T.L. Rendering fur with three dimensional textures// Computer Graphics. — 1989, Vol. 23. — P. 271–280.
40. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Али к К. Влияние вида меха на визуализацию внешней формы одежды // В сборнике: Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. Улан-Удэ, 2022. С. 126–132.
41. Новиков М.В. Шкала оценки степени блеска волосяного покрова разных видов пушно-меховых шкурок / М.В. Новиков, [и др.] // Дизайн и технологии. — 2018. — № 67(109). — С. 35–43.
42. Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю., Муравская Н.Н. Редизайн в одежде из овчинных дубленочных материалов // В сборнике: Инновации и технологии к развитию теории современной моды «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)». Сборник материалов I Международной научно-практической конференции, посвященной Фёдору Максимовичу Пармону. Москва, 2021. — С. 174–178.
43. Белгородский В.С. Виртуальное 3D-эскизирование в имитационном проектировании и конфекционировании меховой одежды / В.С. Белгородский, М.А. Гусева [и др.] // Материалы и технологии. — 2020. — № 1(5). — С. 11–18.

Guseva Marina Anatolievna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: guseva_marina67@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3491-6132>
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=829347
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57197843104>

Ali kyzy Kurmanzhan

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: alikyzy@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9841-9886>
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1131488

Stages of detailing the texture of the fur surface in clothing simulation

Abstract. The development of automation of the clothing design process at the present stage is devoted to three-dimensional modeling and visualization of images of designed products. The authors determined that visualization is necessary both at the stage of design preparation and when assessing the quality of design solutions. Simulation of fittings in 3D graphic programs allows you to eliminate design errors and reduce the material consumption of the design stage. To increase the competitiveness of products, it is necessary to develop the presentation of virtual analogues of products on the Internet platforms of manufacturers and trading companies. This service is aimed at customizing the process of designing fur clothing, expanding the model range through design personalization, design and technological solutions, and product configuration.

Designers and constructors of modern fur enterprises must have skills in working in three-dimensional graphic programs, including modules for simulating the visual characteristics of the designed objects. An analysis of the capabilities of modern three-dimensional graphic editors has shown the acceptability of their use in the process of simulation design of fur clothing. Based on testing the tools of simulation computer-aided design systems available to domestic users, the authors formulated the main stages of detailing the generation of a complex texture of a fur surface.

The study established that in the process of visualizing the fur surface, the designer needs to perform diverse graphic work aimed at generating complex geometric tasks — simulating the texture of fur, the color features and structure of all types of hairs in virtual space. Modeling of objects with complex textured surfaces can be realized through multi-stage simulation design.

The authors found that it is impossible to implement the complex task of generating a virtual analogue of a fur surface in one virtual fitting simulator program. The designer must have user skills in several graphic editors.

Keywords: fur visualization; hair; simulation design; aesthetic redesign; graphic editor; coloring