

## СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ БАЗОВЫХ СТРУКТУР ТРИКОТАЖА

### CREATION OF 3D MODELS OF BASIC STRUCTURES OF KNITWEAR

УДК 677.025.1:687

**А.В. Чарковский, Д.А. Алексеев\***

*Витебский государственный технологический университет*

<https://doi.org/10.24411/2079-7958-2018-13507>

**A. Charkovskij, D. Alekseev\***

*Vitebsk State Technological University*

#### РЕФЕРАТ

*3D-МОДЕЛЬ, ЛАСТИК 1+1, ПРОИЗВОДНАЯ ГЛАДЬ, ТРИКОТАЖ, 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТРЕХ-МЕРНАЯ ГРАФИКА, СТРУКТУРА ТРИКОТАЖА*

*Целью работы является разработка 3D-моделей структур кулирного трикотажа главных и производных переплетений.*

*В качестве объекта исследования выбраны образцы трикотажа главных переплетений (ластик 1+1) и производных переплетений (производная гладь). На конкретных примерах описан процесс создания 3D-моделей структуры трикотажа главных и производных переплетений. Предложено процесс создания 3D-моделей структуры трикотажа разделять на 4 этапа: идентификация образца трикотажа в соответствии с общепринятой классификацией; составление схемы структуры трикотажа (геометрической модели); выбор программы для работы с трехмерной графикой; разработка трехмерной модели структуры трикотажа (3D-модели).*

*Презентации полученных 3D-моделей позволяют рассмотреть строение трикотажа в мельчайших деталях, с различных ракурсов, с остановкой изображения в любом положении и могут быть использованы при выполнении экспериментальных работ на производстве, в научных исследованиях, а также в учебном процессе.*

#### ABSTRACT

*3D MODEL, ELASTIC 1+1, THE DERIVATIVE OF THE SURFACE, KNITWEAR, 3D MODELING, GRAPHICS, THE STRUCTURE OF THE KNIT*

*The aim of the work is to develop 3D models of the structures of filling knit of the main and derived weaves.*

*As the object of study, the samples of the main weave knitwear (elastic 1+1) and derived interlacing (derived surface) were selected. The process of creation of 3D models of the structure of knitwear of the main and derivative interlacings is described on specific specimen. The proposed process of creating 3D models of the structure of the knit to be divided into 4 stages: identification of the sample is knit in accordance with the generally accepted classification; the mapping of the structure of knitted fabric (geometrical model); the choice of the program for work with three-dimensional graphics; development of three-dimensional models of the structure of knitted fabric (3D model).*

*Presentations of 3D models allow to consider the structure of knitwear in the smallest detail, from different angles, with a stop image in any position and can be used in experimental work in the production of scientific research, as well as in the educational process.*

Целью работы является разработка 3D-моделей структур кулирного трикотажа главных и производных переплетений.

Процесс создания 3D-моделей структуры трикотажа можно разделить на следующие этапы:

– идентификация образца трикотажа в соот-

ветствии с общепринятой классификацией;

– составление схемы структуры трикотажа (геометрической модели);

– выбор программы для работы с трехмерной графикой;

– разработка трехмерной модели структуры трикотажа (3D-модели).

\* E-mail: [alekseev-denis@mail.ru](mailto:alekseev-denis@mail.ru) (D. Alekseev)

В учебном процессе при изучении трикотажа, на производстве, а также при проведении научных исследований важно правильно идентифицировать образцы трикотажа в соответствии с общепринятой классификацией трикотажных переплетений [1]. Для идентификации образцов трикотажа используют визуальные изображения структуры трикотажа [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Рассмотрим процесс создания 3D-моделей структуры трикотажа на примере двух образцов. ОБРАЗЕЦ № 1

Для идентификации образца используем его визуальные изображения. Для визуального анализа образца использовали комплекс, состоящий из персонального компьютера, оптического микроскопа МС-1 и видеоокуляра UCМOS03100КРА. Структурная схема комплекса представлена на рисунке 1.

На рисунке 2 приведены полученные увеличенные изображения обеих сторон трикотажа, а – левой стороны, б – правой стороны.

На обеих сторонах трикотажа видны лицевые петли, что позволяет отнести трикотаж к двухлицевому. Из рисунка 3 следует, что рапорт чередования столбиков левой и правой сторон 1+1. Таким образом образец трикотажа № 1 связан на двухфонтурной машине переплетением ластик 1+1.

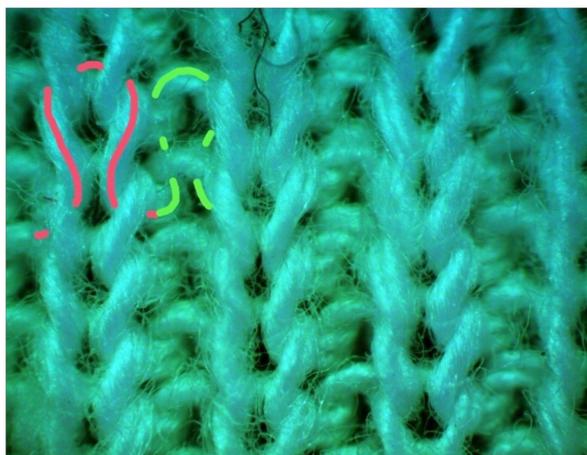
На рисунке 4 изображена структура трикотажа переплетения ластик 1+1. При сравнении визуальных изображений (рисунки 2, 3) с рисунком 4 устанавливается их идентичность.

ОБРАЗЕЦ № 2

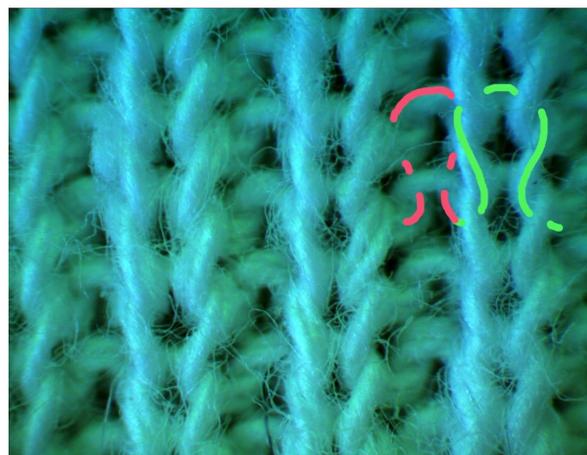
На рисунке 5 приведены изображения лицевой и изнаночной сторон трикотажа. Как следует из представленных рисунков петельные столбики одного цвета чередуются с петельными столбиками другого цвета (рисунк 5 а). Петли соседних петельных столбиков смещены примерно на половину высоты петельного ряда. На изнаночной стороне протяжки петель одного цвета расположены за остовами петель другого цвета



Рисунок 1 – Структурная схема комплекса



а



б

Рисунок 2 – Увеличенное изображение фрагмента структуры образца трикотажа № 1: а – левая сторона; б – правая сторона

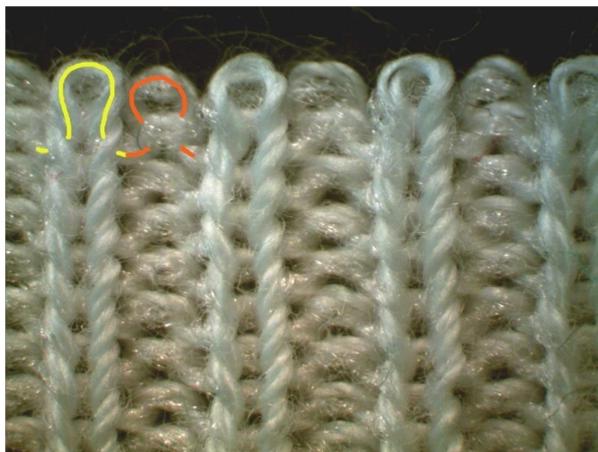


Рисунок 3 – Увеличение изображение структуры растянутого в ширину образца трикотажа № 1 с очищенным последним рядом

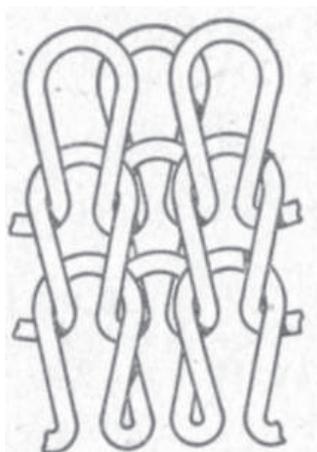


Рисунок 4 – Схема структуры трикотажа переплетения ластик 1+1

(рисунок 5 б). Таким образом, в данном образце сочетаются два переплетения кулирная гладь, выполненные таким образом, что между петельными столбиками одной глади (из нитей одного цвета) ввязаны петельные столбики другого цвета (из нитей иного цвета). Результаты анализа позволяют считать, что образец № 2 связан переплетением производная гладь.

Схема переплетения производная гладь изображена на рисунке 6. Сопоставление рисунков 5 и 6 показывает идентичность структуры

трикотажа образца № 2 и схемы переплетения (рисунок 6).

#### Выбор программы для работы с трехмерной графикой

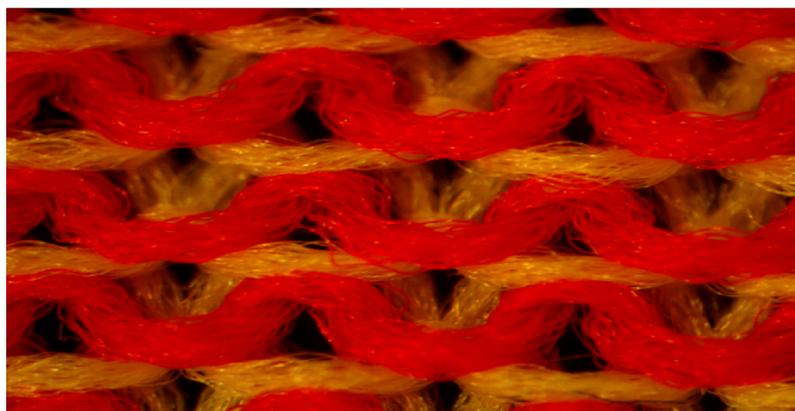
Для создания 3D-модели структуры трикотажа использовалась программа 3D-Max 2019. 3D-Max – полнофункциональная профессиональная программная система для работы с трёхмерной графикой, разработанная компанией Autodesk Media & Entertainment [8]. Работает в операционных системах Microsoft Windows и Windows NT (как в 32 битных, так и в 64 битных). Программа предназначена для художников, дизайнеров, архитекторов, работающих на телевидении, кино, разработке компьютерных игр, дизайне интерьера, техническом дизайне, рекламе для трёхмерного моделирования, анимации и визуализации.

В программе реализована система реалистичного моделирования волос, меха, одежды, двуногих персонажей; моделирование тел, учитывающее внешнее воздействие на них; моделирование системы частиц и управление её поведением.

3D-Max располагает обширными средствами по созданию разнообразных по форме и сложности трёхмерных компьютерных моделей реальных или фантастических объектов окружающего мира с использованием разнообразных техник и механизмов, включающих следующие:



а



б

Рисунок 5 – Увеличенное изображение фрагмента структуры образца трикотажа № 2: а – лицевая сторона; б – изнаночная сторона

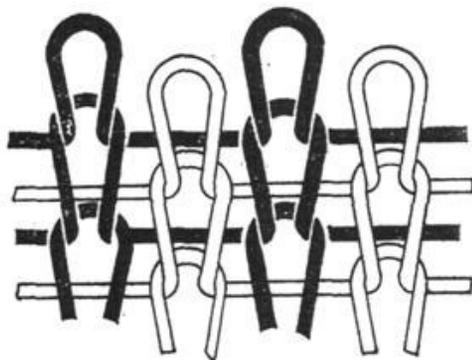


Рисунок 6 – Схема структуры трикотажа переплетения производная гладь

- полигональное моделирование;
- моделирование на основе неоднородных рациональных В-сплайнов (NURBS);
- моделирование на основе порций поверхностей Безье;
- моделирование с использованием встроенных библиотек стандартных параметрических объектов (примитивов) и модификаторов.

Программа 3D-Max характеризуется продуманным интерфейсом и относительной легкостью в освоении. Этим можно объяснить ее большую популярность. Богатый инструментарий дает разработчику трехмерной графики возможность реализовать в программе любую задумку.

3D-Max – лидер рынка программного обеспечения для трехмерного моделирования, ани-

мации и визуализации.

Открытая архитектура 3D-Max позволяет аниматорам воспользоваться преимуществами использования более чем ста подключаемых приложений, чтобы быстро и легко добавлять впечатляющие эффекты.

3D-Max – программа трёхмерной графики – может использоваться:

- в архитектурном проектировании;
- в подготовке рекламных и научно-популярных роликов для телевидения;
- в компьютерной мультипликации и художественной анимации;
- в компьютерных играх;
- в компьютерной графике и Web-дизайне.

Процесс создания 3D-модели структуры трикотажа продемонстрируем на примере моделирования структуры образца № 2.

Для создания каркаса перейдем на вкладку Create (Создание) командной панели, зайдём в категорию Splines (Сплаины) и выберем объект Line (Линия). После изобразим ломанную линию в виде угла, рисунок 7.

Выбрав данную ломанную, перейдём в меню редактирования, которое находится на командной панели, и используем вкладку Fillet (Скругление углов), и выставив значение или в ручную поворачивая колёсико мышки, выделяем точки и задаём радиус скругления. Полученный результат действия видим на рисунке 8.

Чтобы создать копию выделенного объекта в окне проекции, нужно выполнить команду Edit > Clone (Правка > Клонирование) или же, нажав на данный объект правой клавишей мыши, выбрать пункт Clone (Клонирование). На экране появится окно Clone Objects (Клонирование объектов). В этом окне можно выбрать один из трех вариантов клонирования (рисунок 9):

- Copy (Независимая копия объекта) – созданная копия не будет связана с оригиналом.
- Instance (Привязка) – копия будет связана с исходным объектом. При изменении параметров одного из объектов автоматически будут изменены параметры другого.
- Reference (Подчинение) – копия будет связана с исходным объектом. При изменении параметров исходного объекта автоматически будут изменены параметры клонированного объекта, однако при изменении параметров клонированного объекта исходный объект изменен не будет.

Выбрав один из видов клонирования, создаём три копии нашей ломаной.

При помощи команды Rotate (Вращение) на месте осей системы координат объекта появится схематическое отображение возможных направлений поворота. Если подвести указатель мыши к каждому из направлений, схематическая линия подсвечивается желтым цветом, то есть поворот будет произведен в данном направлении. Команда Mirror (зеркало, отражение) – создает



Рисунок 7 – Создание ломаной

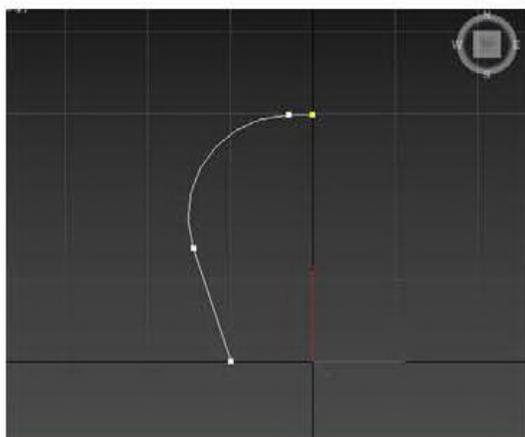


Рисунок 8 – Скругление углов

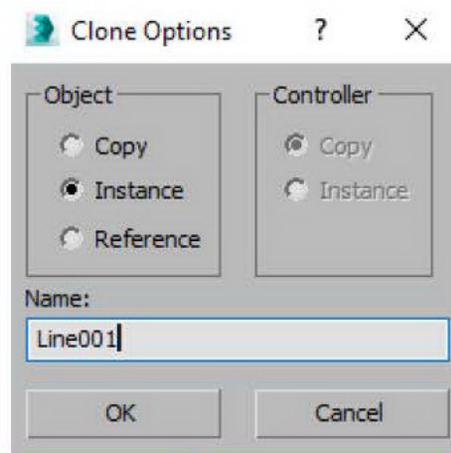


Рисунок 9 – Окно Clone Objects

зеркальное отражение объекта или выделенной части объекта по заданным осям, то есть меняет весь объект с точностью «зеркального отражения» или создает его зеркальную копию. Так же на панели инструментов есть параметр Select and Move (Перемещение), при помощи которого выстраиваем копии в модель петли, рисунок 10.

Далее переходим во вкладку Rendering (рендеринг) и отмечаем галочкой такие параметры, как Enable In Renderer (включает отображение

сплайна при рендере) и Enable In Viewport (включает отображение сплайна в окнах вьюпорта), рисунок 11.

Включив эти параметры, мы придаём объём нашему каркасу, рисунок 12.

Изменим цвет нити. Для этого на командной панели, рядом с именем объекта нажмём на вкладку, отображающую данный цвет, и нам откроется палитра цветов 3D-Max, рисунок 13.

Для следующего этапа (рисунок 14) перехо-

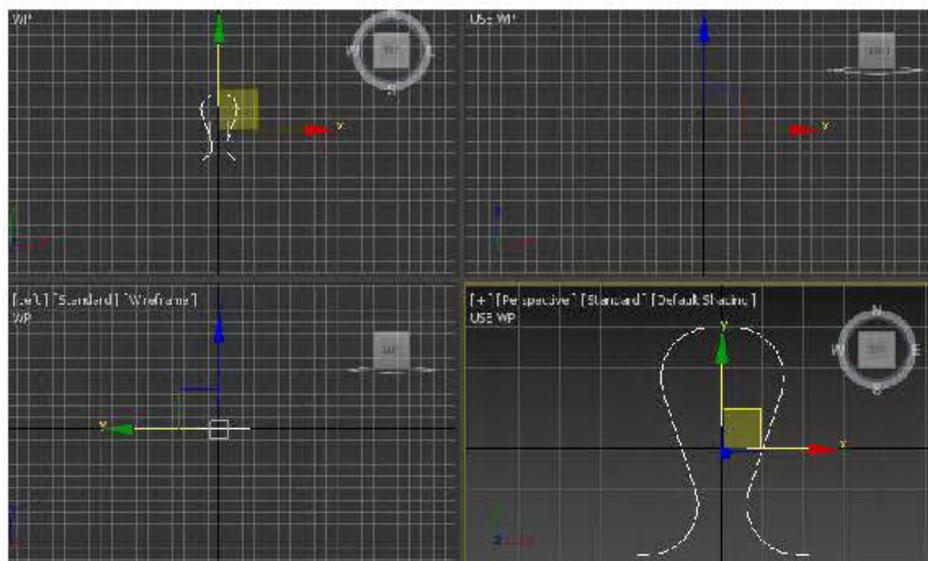


Рисунок 10 – Модель петли



Рисунок 11 – Вкладка Rendering

дим в другую плоскость, тем самым меняем точку обзора на наш каркас. Зажимаем левую клавишу мыши и выделяем нужные нам точки, после чего появляется указатель с осями координат, и мы в данном случае подтягиваем наши две выбранные точки по оси **Z**.

Выбрав данную петлю, перейдём в меню редактирования, которое находится на командной панели, и используем вкладку Vertex (Вихры), далее выбираем правый конец петли и тянем его на приблизительное расстояние одного петельного столбика, так как у нас производная гладь и у нее есть протяжки (рисунок 15).

Повторяем все действия Clone Objects (Клонирование объектов) и при помощи параметра Select and Move (Перемещение) добавим и разместим все копии петли так, чтобы получить петельный столбик, рисунок 16.

Скопируем весь петельный столбик при помощи Clone Objects (Клонирование объектов), изменим цвет с помощью палитры и сделаем второй столбик, смещенный относительно первого на половину высоты петли, рисунок 17.

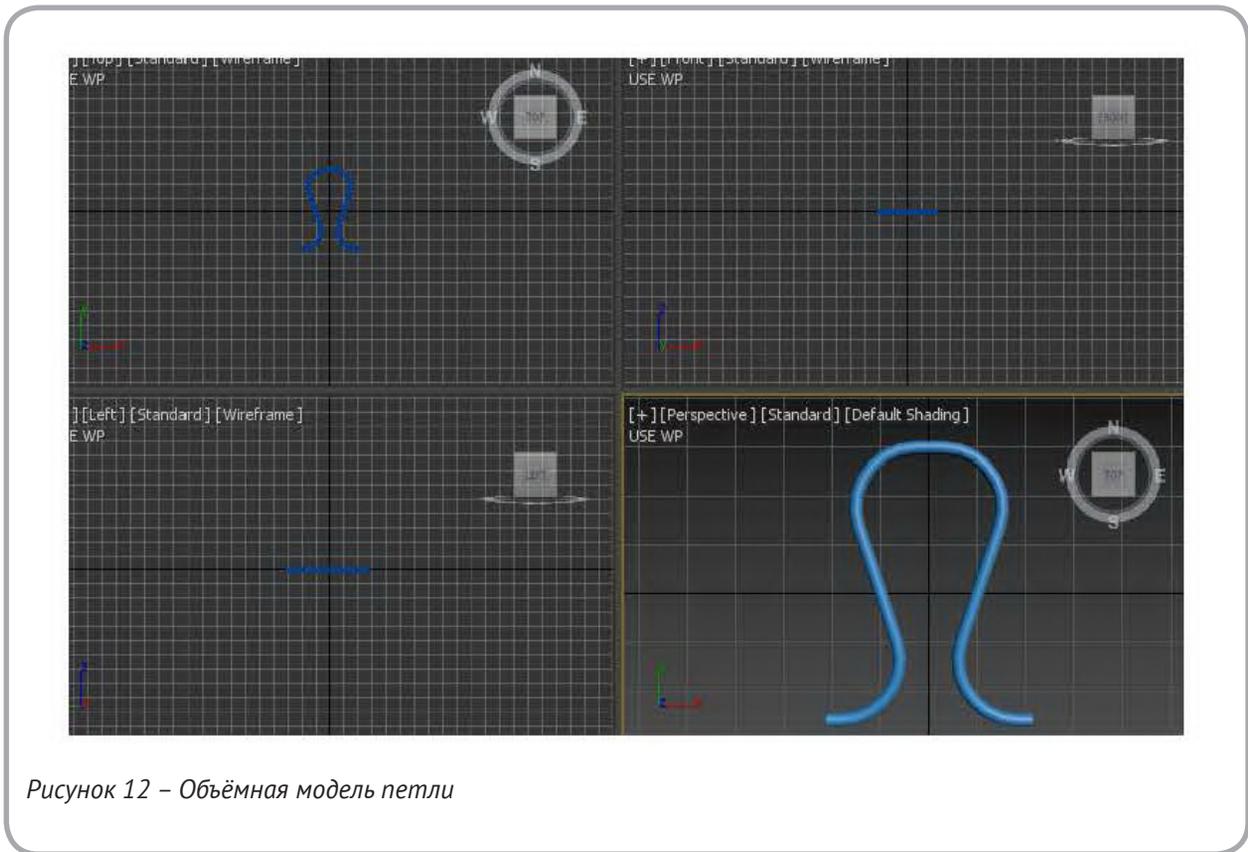


Рисунок 12 – Объёмная модель петли

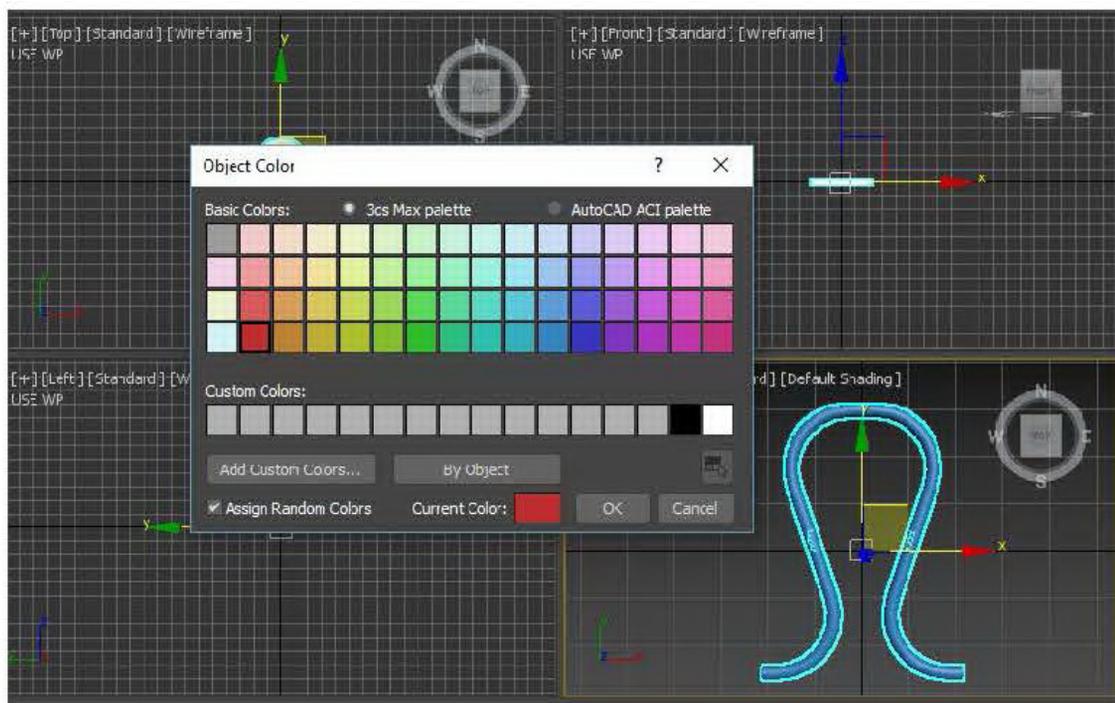


Рисунок 13 – Палитра цветов

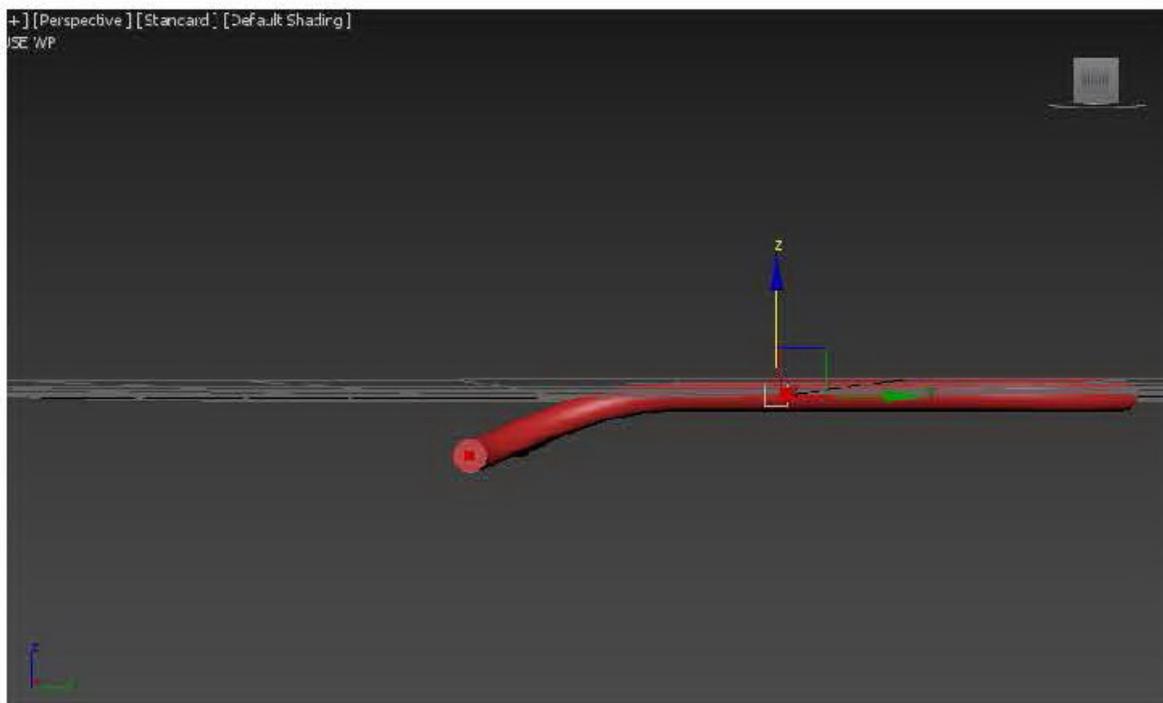


Рисунок 14 – Изменение координат 2-х точек

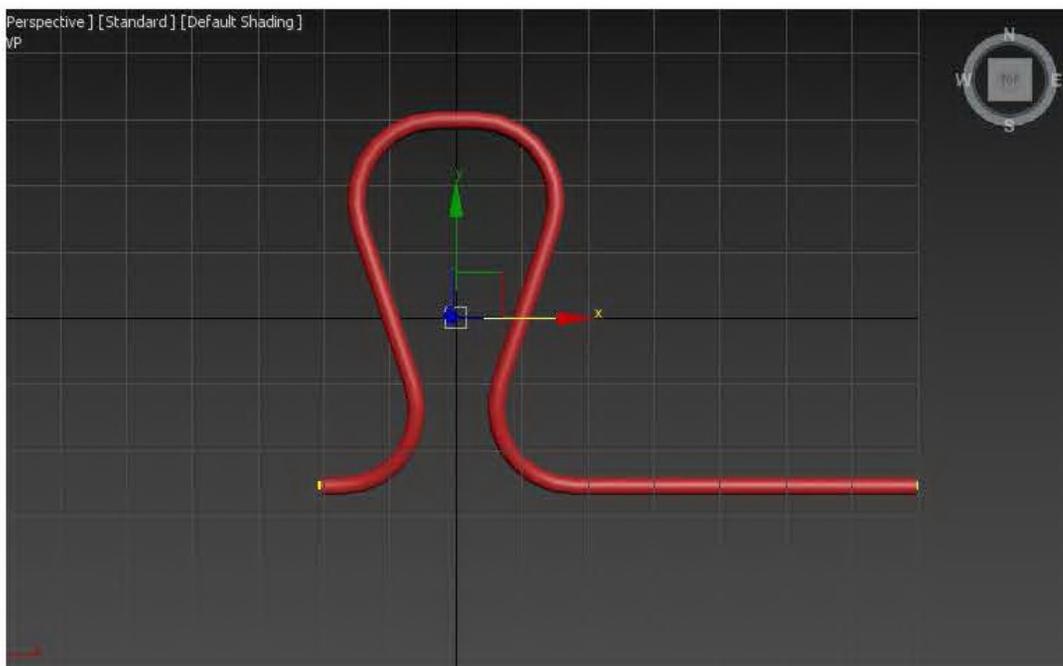


Рисунок 15 – Удлинение петли

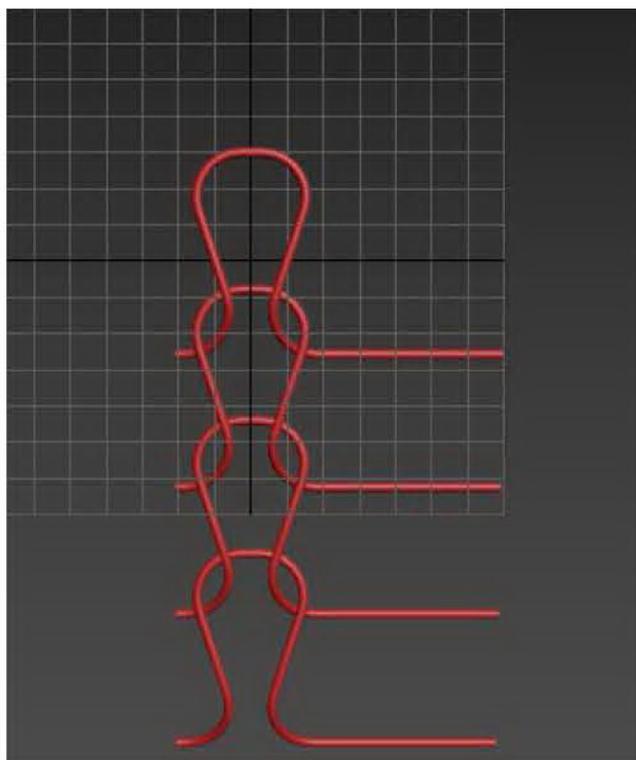


Рисунок 16 – Петельный столбик

Имея два петельных столбика, состоящих из двух нитей, при помощи команды Clone Objects (Клонирование объектов) и параметра Select

and Move (Перемещение) добавим и разместим недостающие петельные столбики для создания данного переплетения, рисунок 18.

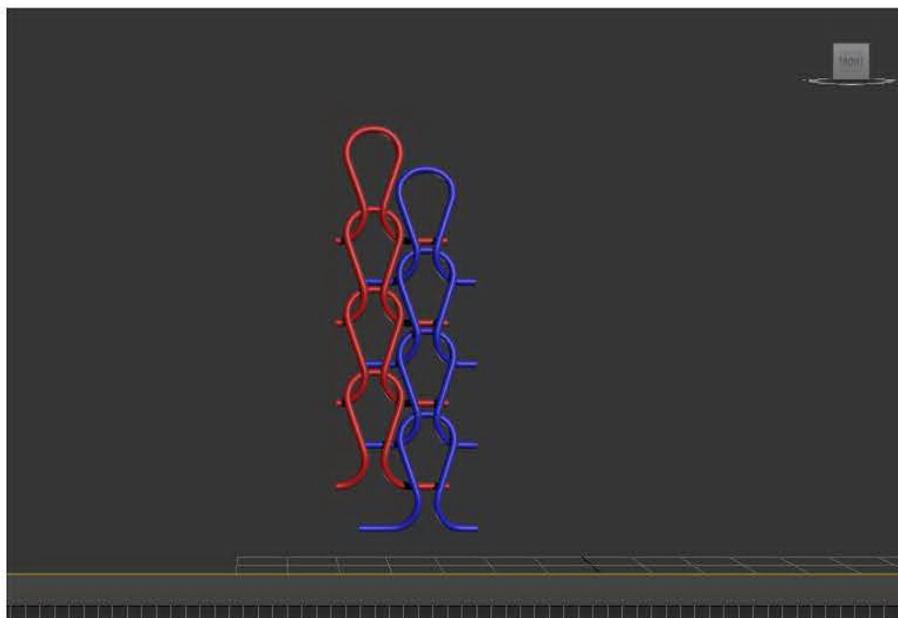


Рисунок 17 – Второй столбик из второй нити

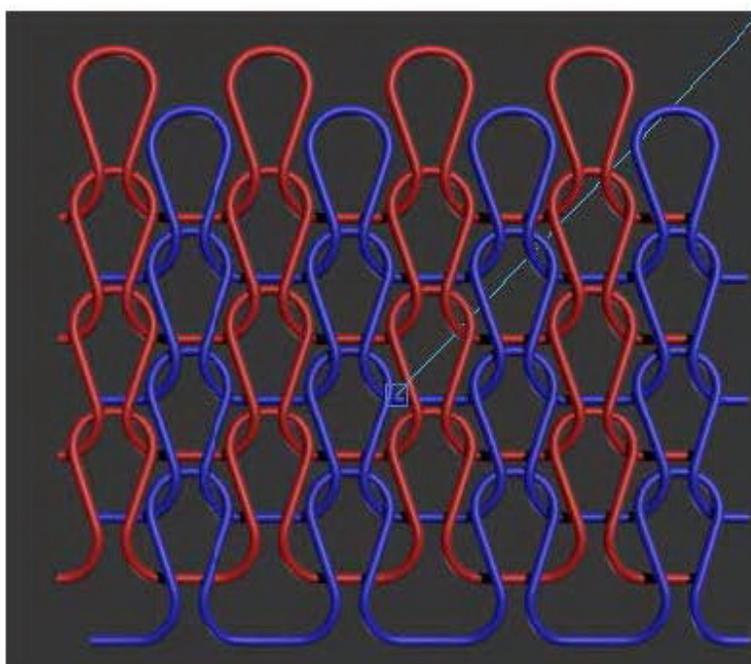


Рисунок 18 – Готовая 3D-модель структуры трикотажа, образец № 2

Аналогично получена 3D-модель структуры трикотажа образца № 1, рисунок 19.

#### ВЫВОДЫ

Предложено процесс создания 3D-моделей структуры трикотажа разделять на 4 этапа: идентификация образца трикотажа в соответствии с общепринятой классификацией > составление схемы структуры трикотажа (геометрической модели) > выбор программы для работы с трехмерной графикой > разработка трехмерной модели структуры трикотажа (3D-модели). Созданы 3D-модели структуры трикотажа производного

переплетения производная гладь и главного переплетения ластик 1+1. 3D-модели использованы в учебном процессе на кафедре ТТМ УО «ВГТУ» при изучении строения и свойств трикотажа. Полученные 3D-модели могут быть использованы в создании рекламных материалов, а также в продвижении научных исследований в производстве. Рекомендуется использование результатов данной работы в процессе создания 3D-моделей трикотажа более сложных структур – трикотажа рисунчатых и комбинированных переплетений.

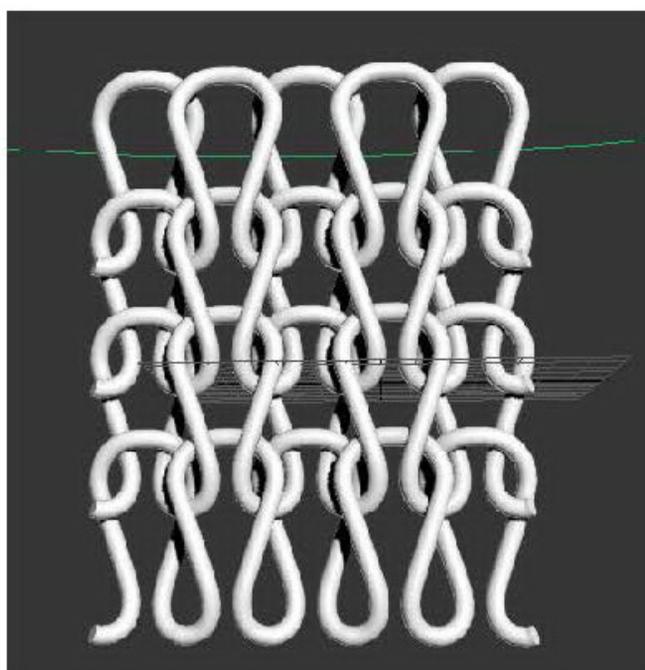


Рисунок 19 – 3D-модель структуры трикотажа образца № 1

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шалов, И. И. (1986), *Технология трикотажа: учебник для вузов*, Москва, Легпромбыт, 376 с.
2. Кудрявин, Л. А., Шустов, Ю. С. (2005), *Разработка методов визуализации структуры трикотажа при его автоматизированном проектировании*, Минск, Витебский государственный технологический университет, 100 с.

#### REFERENCES

1. Shalov, I. I. (1986), *Tekhnologiya trikotazha: uchebnyk dlya vuzov* [Technology of knitwear: textbook for HEIs], Moscow, Legprom-izdat, 376 p.
2. Kudryavin, L. A. (2005), *Razrabotka metodov vizualizatsii struktury trikotazha pri ego avtomatizirovannom proektirovanii*, Minsk, Vitebskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskiy universitet, 100 p.

- тировании, Москва, МГТУ им. А. Н. Косыгина, 139 с.
3. Шустов, Ю. С. (2007), *Основы текстильного материаловедения : учебное пособие для вузов*, Москва, 302 с.
  4. Чарковский, А. В., Шелепова, В. П. (2016), *Анализ трикотажа главных и производных переплетений с использованием визуальных изображений структуры: учебно-методическое пособие*, Витебск, УО «ВГТУ», 102с.
  5. Чарковский, А. В., Шелепова, В. П. (2018), *Анализ основовязального трикотажа рисунчатых переплетений с использованием визуальных изображений структуры: учебное методическое пособие*, Витебск, УО «ВГТУ», 123 с.
  6. Чарковский, А. В., Гончаров, В. А. (2017), Использование мультифиламентных нитей в чулочно-носочном производстве, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2017, № 2(33), с. 78–85.
  7. Чарковский, А. В., Гончаров, В. А. (2018), Разработка высокообъемного трикотажа с использованием мультифиламентных нитей, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2018, № 1(34), с. 79–87.
  8. *Дизайн интерьера в 3d-max*, 2009, [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://geum.ru/next/art-55553.php> Дата доступа 03.11.2018
- avtomatizirovannom proektirovanii* [Development of methods for the visualization of the structure of knitwear in its automated], Moscow, MG TU im. A. N. Kosygin, 139 p.
3. Shustov, Y. S. (2007), *Osnovy tekstil'nogo materialovedeniya : uchebnoe posobie dlya vuzov* [The basics of textile materials : a textbook for HEIs], Moscow, 302 p.
  4. Czarkowski, A. V., Shelepova, V. P. (2016), *Analiz trikotazha glavnyh i proizvodnyh perepletений s ispol'zovaniem vizual'nyh izobrazhenij struktury: uchebno-metodicheskoe posobie* [Analysis of knit main and derivative weaves visual images of structures: textbook], Vitebsk, EE «VSTU», 102 p.
  5. Charkovsky, A. V. (2018), *Analiz osnovovyyazal'nogo trikotazha risunchatyh perepletений s ispol'zovaniem vizual'nyh izobrazhenij struktury : uchebnoe metodicheskoe posobie* [Analysis of Warp knitted patterned weaves visual images of structure : the Handbook], Vitebsk, EE «VSTU», 123 p.
  6. Charkovsky, A. V., Goncharov, V. A. (2017), The use of multifilament yarns in hosiery [Ispol'zovanie multifilamentnyh nitey v chulochno-nosochnom proizvodstve], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, № 2(33), 2017, pp. 78–85.
  7. Charkovsky, A. V., Goncharov, V. A. (2018), Development of high-volume knitwear using multifilament yarns [Razrabotka vysokoob'emnogo trikotazha s ispol'zovaniem mul'tifilamentnyh nitey], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, № 1(34), 2018, pp. 79–87.
  8. *Dizajn inter'era v 3d-max* [Interior design in 3d-max], (2009), available at: <http://geum.ru/next/art-55553.php> access date 03.11.2018 – (access date 03.11.2018).

Статья поступила в редакцию 06. 11. 2018 г.