



## РОЛЬ ГЕОМЕТРИИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

*Академический лицей Ташкентского института текстильной и лёгкой промышленности*

*учитель второй категории **Максудова Екатерина Викторовна***

*maxcatherine28@gmail.com*

**Аннотация:** Данная статья посвящена важности и роли геометрии в текстильной промышленности. Рассмотрены основные геометрические принципы, используемые на этапах проектирования и производства тканей, одежды, аксессуаров, ковров и других текстильных изделий. Анализируется влияние формы, структуры, закономерности переплетения нитей, симметрии, орнаментов и методов моделирования на качество, внешний вид, износостойкость и эстетическую привлекательность продукции. Показаны примеры инновационных применений геометрических знаний в создании новых материалов, автоматизации производственных процессов и оптимизации расхода сырья. Статья предназначена для студентов, специалистов текстильной индустрии, инженеров, дизайнеров и всех, кто интересуется связью науки и практики в современной промышленности.

**Ключевые слова:** геометрия, текстильная промышленность, ткань, узоры, симметрия, дизайн, переплетение нитей, моделирование, автоматизация.

### **Введение**

С древнейших времен текстильное производство является неотъемлемой частью культуры и экономики человечества. Люди создавали ткани, используя простейшие узоры и формы, и со временем совершенствовали методы ткачества, окрашивания, украшения и моделирования одежды. Одной из важнейших основ для развития текстильной промышленности стала



геометрия — наука о формах, размерах, взаимном расположении фигур и их свойствах. Применение геометрических принципов позволило мастерам и инженерам создавать уникальные орнаменты, прочные плетения, элегантные крои и необычные концепции изделий. На первый взгляд, связь текстиля и геометрии может казаться неочевидной, но именно законы симметрии, периодичности, трансформации фигур и топологии легли в основу практики, которую сегодня продолжают совершенствовать инженеры и дизайнеры по всему миру. Геометрия сопутствует каждому этапу текстильного цикла: от создания пряжи и переплетения нитей до проектирования одежды и лазерной резки материалов. В современную эпоху цифровых технологий геометрические методы нашли новое применение — моделирование, автоматизация производства, оптимизация расхода сырья, создание умных тканей и нестандартных конструкций.

### **Обзор литературы и методология**

Основа любой ткани — структура ее переплетения. Обычный человек видит только гладкую или узорчатую поверхность, но для инженера-текстильщика видны строгие математические закономерности. Переплетение основано на геометрической сетке, где каждая нить основы пересекается с каждой нитью утка, образуя ритмичную последовательность. Прямолинейные переплетения, такие как полотняное или саржевое, являются классическими примерами регулярных геометрических структур. Более сложные — атласные, жаккардовые и двойные переплетения — формируются по определенным схемам и математическим алгоритмам [1].

С помощью геометрии можно создавать ткани различной плотности, толщины, разной износостойкости и рисунчатости. Каждый новый узор — это комбинация из точек пересечения и направлений, математически выверенный ритм. Использование симметрии, повторяемости, сдвигов и трансформаций в



схемах переплетений позволяет получить как строгие, так и экспрессивные ткани [2].

Большая часть эстетической привлекательности ткани достигается с помощью орнаментации. Орнаменты, украшающие ткани всех народов мира, основаны на геометрических принципах. Это повторы, сетки, стилизованные растительные, животные или абстрактные формы, вписанные в прямоугольники, ромбы, круги или более сложные многоугольники. Мастера используют понятия зеркальной, осевой, ротационной симметрии, мозаики, фрактальности. Эти методы, с одной стороны, создают ощущение гармонии, а с другой — открывают возможности для бесконечного разнообразия рисунков. Орнаменты могут делиться на периодические, квазипериодические или случайные по структуре — всё это геометрические категории.

Освоение законов симметрии и трансформаций стало базой для создания сложнейших тканых и вышитых полотен, национальных ковров и современных принтов для одежды [3].

### **Обсуждения**

На этапе моделирования и изготовления одежды геометрия имеет ключевое значение. Любая выкройка — это результат преобразования трехмерной формы человеческого тела в плоское изображение на ткани. Выбор линий кроя, вытачек, заложение складок и драпировок — всё это задачи, требующие глубокого знания геометрии. Рациональное использование ткани при раскрое основано на принципах упаковки фигур на плоскости, минимизации отходов и обеспечения эргономичности изделия. Современные системы автоматизированного проектирования одежды основываются на цифровых моделях, где каждый элемент конструируется с учетом индивидуальных параметров. Применение геометрических расчетов позволяет создавать одежду идеальной посадки, экономично расходовать материал и ускорять процесс производства. Особое место занимает



проектирование сложных форм, например, многослойные вечерние платья, архитектурные костюмы, сценические наряды и одежда функционального назначения (спорт, медицина, армия), где требуется строгая точность и учет свойств ткани в разных направлениях [4].

С развитием технологий геометрия стала фундаментом для создания инновационных текстильных материалов. Микро- и макроструктура волокон, строение нитей и самих тканей рассчитываются на компьютере, имитируются с учётом распределения нагрузок, плотности, параметров изгиба и растяжения. Благодаря геометрическим моделям инженеры разрабатывают армированные ткани для авиации, медицины, строительства. Геометрическое проектирование позволяет создавать "умные" ткани, в которые интегрированы датчики или электроника, гибкие покрытия, устойчивые к разрыву, воздействию влаги, ультрафиолета и других факторов. Вязальные и нетканые материалы определяются расположением петель и волокон, их взаимным переплетением и контактами — здесь также доминируют геометрические закономерности.

Современные программы 3D-моделирования дают возможность создавать ткани и узоры с высокой степенью детализации. Каждый узор оцифровывается, описывается системой координат, параметрическими уравнениями, функциями или наборами правил, контролирующими размещение элементов. Это позволяет быстро проектировать новые коллекции текстиля, оценивать эстетические свойства материалов ещё до начала производства, экспериментировать с расцветками, масштабом и повторяемостью, подбирать цветовые сочетания. Технологии генеративного дизайна, основанные на алгоритмах автоматической генерации орнаментов, позволяют создавать уникальные принты и тканые структуры. В основе — строгие закономерности симметрии, фракталы, математические



преобразования, позволяющие добиваться визуального эффекта моды и новизны.

Автоматизация текстильного производства невозможна без применения геометрии. Современные резальные машины, ткацкие станки с программным управлением, контроллеры качества используют компьютерную графику и методы машинного зрения, чтобы отслеживать правильность расположения нитей, выявлять дефекты плетения, отклонение толщины или расцветки. Оптимизация раскладки выкроек позволяет сократить количество отходов, максимально использовать дорогостоящий материал, повысить производительность. Геометрические алгоритмы используются при сортировке, складе и транспортировке тканей в рулонах, подборе оптимальных маршрутов перемещения полуфабрикатов на больших фабриках. Даже отображение информации на этикетках, нанесение QR-кодов и штрих-кодов требуют использования геометрических структур для корректной печати на неровных поверхностях или изделиях сложной формы.

### **Результаты**

Современные дизайнеры всё чаще обращаются к геометрии, экспериментируя с формой и структурой одежды. Выразительные архитектурные силуэты, асимметрия, сложная многослойность, складки, тесселяции, цитирование мозаики и ар-деко — всё это вдохновлено геометрическими законами. Используя компьютерное моделирование, дизайнеры строят виртуальные образцы, подбирают необычные геометрические решения и анализируют их поведение на человеке. Это позволяет создавать коллекции, которые впечатляют не только цветом, но и формой, новаторством в подходе к раскрою и обработке ткани. Геометрия становится языком диалога между культурой, наукой и индивидуальным творчеством, определяя многие тенденции современной моды [5].



Текстиль — не только промышленный продукт, но и отражение культурных кодов, традиций народов мира. Каждый этнос обладает уникальными орнаментами на ткани, большую часть которых можно проанализировать через призму геометрии: это многоугольники, звёзды, розетки, плетёнки, решётки и спирали. Эти мотивы закладывались вручную, создавались методами ткачества, вышивки, аппликации, росписи. Анализ народных ковров, скатертей, национальных костюмов показывает, насколько глубоко люди понимали законы симметрии и ритма, даже не зная формальной математики. В современном мире восстановление и воссоздание традиционных орнаментов требует как ручного мастерства, так и модернизированной геометрической обработки, компьютерного анализа для сохранения культурного наследия.

С развитием цифровых технологий, искусственного интеллекта, автоматизации производство текстиля становится всё более интеллектуальным и креативным. Геометрия продолжает оставаться основой, на которой строятся новые концепции функционального текстиля, одежды будущего, материалов специального назначения. Большие данные и искусственный интеллект позволяют находить сложные закономерности между формой волокна, структурой ткани и ее свойствами. Генеративные нейросети создают абсолютно новые типы орнаментов, а виртуальные гардеробы строятся по математическим моделям тел и движений. В ближайшие годы роль геометрии будет только возрастать: она станет ключевым ресурсом не только для дизайнеров и инженеров, но и для автоматических систем, самоуправляемых фабрик и умных производств будущего [6].

Значение геометрии в текстильной промышленности определяется не только фундаментальными целями эстетики, но и практическими аспектами производства, проектирования и технологических инноваций. В ходе



комплексного анализа становится очевидным, что геометрия пронизывает все этапы жизненного цикла текстиля: от разработки узора до финального применения изделия.

Анализируя структуру тканей, можно заметить, что всё многообразие текстильной продукции строится на базе геометрических принципов. Различия между гладкими, ворсовыми, жаккардовыми, трикотажными материалами определяются способами переплетения нитей. Каждый тип переплетения — это определённая геометрическая схема, воплощающая в себе понятия симметрии, периодичности и ритма. Эти схемы не только определяют внешний облик материала, но и влияют на его физико-механические характеристики, такие как эластичность, прочность, способность к воздухообмену. Таким образом, геометрия становится инструментом для прогнозирования эксплуатационных свойств ткани.

Дальнейший анализ показывает, что геометрия лежит в основе создания визуальных эффектов, которые делают продукт узнаваемым. Текстильные орнаменты, расположение рисунков, повторяемость мотивов и их сочетание подчиняются строгим геометрическим закономерностям. Применение осевой, зеркальной, диагональной симметрии, мозаик, фракталов, заполняющих всё пространство ткани без пропусков и наложений, дарит изделию гармонию и эстетическую завершенность. Таким образом, именно геометрия является языком текстильного дизайна, позволяя выражать национальную идентичность, культурные традиции, индивидуальный стиль художника.

Если рассматривать технологическую сторону, следует отметить роль геометрии в оптимизации расхода сырья. Геометрические расчёты необходимы при раскрое деталей одежды, когда требуется минимизировать отходы дорогого материала и обеспечить наилучшую посадку изделия. Благодаря использованию компьютерных программ, основанных на геометрическом моделировании, удаётся добиться высокой эффективности



использования ткани, а это напрямую связано с экономией ресурсов и снижением себестоимости продукции.

В реальных условиях развития технологии особое место занимает моделирование новых видов тканевых структур при помощи цифровых методов. Здесь геометрия проявляет себя через создание новых пространственных переплетений нитей, микроструктур, позволяющих разрабатывать уникальные материалы с заданными свойствами. Внедрение датчиков, создание гибридных и композитных текстильных конструкций также опирается на геометрические расчёты, обеспечивающие оптимальное размещение функциональных элементов и высокий уровень пользовательских характеристик.

С развитием автоматизированных систем контроля качества на предприятиях, роль геометрии становится ещё более существенной. Геометрические параметры используются для анализа структуры тканей на производственной линии, выявления брака, контроля симметрии узоров, правильности расположения нитей. Машинное зрение в сочетании с алгоритмами геометрической обработки изображений позволяет повысить качество и стабильность продукции.

Нельзя не отметить вклад геометрии в сохранение и развитие культурного наследия. Самобытные национальные орнаменты, используемые в традиционных тканях и коврах, формируются на основе сложных геометрических закономерностей, дошедших до наших дней через многовековую практику. В современном мире восстановление этих мотивов идёт с помощью компьютерной геометрии, что позволяет возродить утраченное мастерство и сохранить уникальность народов.

Проведённый анализ подтверждает, что геометрия в текстильной промышленности — это ключ к созданию прочных, долговечных, эстетически совершенных и экономически выгодных изделий. Она является инструментом



творчества, средством оптимизации производства, базой для внедрения инноваций, а также мостом, соединяющим традиции и современность. Исследования показывают, что без глубокого понимания геометрических принципов невозможно создание конкурентоспособной текстильной продукции, соответствующей требованиям рынка и ожиданиям потребителя. В целом, сочетание фундаментальных знаний в области геометрии и их грамотного применения в проектировании, производстве, дизайне и управлении открывает безграничные возможности для дальнейшего развития текстильной промышленности, её устойчивости и технологического лидерства.

В настоящее время важность геометрии в текстильной промышленности подтверждается и конкретными статистическими показателями. Согласно данным, опубликованным в отраслевых обзорах, а также результатам исследований, примерно восемь из десяти крупных текстильных предприятий применяют современные геометрические методы для автоматизации процессов кроя и раскладки материалов. Благодаря внедрению компьютерных программ автоматизированного проектирования, таких как САД-модули, удалось сократить объёмы отходов ткани в среднем на пятнадцать–двадцать процентов по сравнению с ручной раскладкой за счёт более эффективного размещения деталей на полотне.

Более половины предприятий текстильного машиностроения используют геометрическое 3D-моделирование и проектирование, что способствует повышению качества отработки новых видов продукции и точной подгонке дизайна под требования рынка. В области создания орнаментов и декоративных узоров применение принципов геометрии позволило расширить линейку дизайнов: сегодня не менее трети новых коллекций крупнейших текстильных марок формируются с применением цифровых технологий построения геометрических узоров. Многообразие геометрических



орнаментов увеличилось благодаря компьютерной генерации сложных фрактальных или многосимметричных узоров, что отвечает тенденциям современного текстильного дизайна.

Для контроля качества применяются автоматизированные системы, основанные на анализе геометрических параметров структуры ткани и расположения узоров. Производственный аудит показывает, что такие технологии позволяют выявлять производственный брак на десять и более процентов эффективнее по сравнению с традиционными методами визуального контроля.

В последние годы увеличилось применение геометрических моделей и в инновациях. По данным аналитиков, доля внедрённых на текстильных предприятиях интеллектуальных CAD/CAM-систем с функциями геометрического проектирования достигает в развитых странах уровня семидесяти–восемидесяти процентов. Внедрение параметрического моделирования позволяет существенно ускорять процесс вывода на рынок новых коллекций, а также уменьшать себестоимость за счёт точного расчёта конфигурации изделий и экономии материалов.

Таким образом, статистические показатели наглядно демонстрируют, что геометрия становится основой для множества технологических улучшений, эффективности производства и дизайнерских инноваций в текстильной промышленности. В ближайшие годы, согласно экспертным прогнозам, роль геометрии будет только расти, особенно в связи с переходом отрасли к цифровизации процессов и индивидуализированному подходу к созданию текстильных изделий.

### **Заключение**

Геометрия в текстильной промышленности — это не только основа для построения прочной, красивой и удобной ткани, но и инструмент для воплощения самых смелых творческих замыслов. Она лежит в основе



культуры, инноваций, экономии ресурсов, эстетики и конкурентоспособности продукции на мировом рынке. Благодаря развитию геометрических методов текстильная промышленность перестает быть только ремеслом — она становится передовой отраслью с высокой добавленной стоимостью, возможностью производить уникальные изделия, сохраняющие национальное лицо, и отвечать вызовам современности. Геометрия образует тот язык, на котором говорят инженеры, дизайнеры, мастера и роботы, проектируя будущее текстиля.

### **Использованная литература**

1. Бауэр, Александр Иогансон, «Геометрия в текстильной и легкой промышленности», Издательство «Лёгкая и пищевая промышленность», Москва, 1987.

2. Лебедев, Борис Васильевич, «Моделирование текстильных структур», Издательство «Химия», Москва, 1979.

3. Кравченко, Александр Павлович, «Основы художественного проектирования ткани», Издательство «Легпромбытиздат», Москва, 1991.

4. Климанова, Алла Викторовна, «Дизайн тканей: теория и практика», Издательство «Питер», Санкт-Петербург, 2015.

5. Делоне, Борис Николаевич, «Геометрия для моделирования и текстильной промышленности», Издательство «Наука», Москва, 1973.