

## Анализ современных систем по автоматизированному проектированию ткацких рисунков

*Е.А. Николаева, С.С. Юхин, А.В. Фирсов*

*Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина*

**Аннотация:** В данной научной статье рассматривается применение искусственного интеллекта (далее ИИ) и машинного обучения в текстильной промышленности с акцентом на автоматизацию проектирования ткацких переплетений. В статье обсуждаются исследования и подходы, использующие нейронные сети, генетические алгоритмы, методы глубокого обучения и компьютерное зрение для создания, оптимизации и анализа переплетений. Основное внимание уделено сравнению существующих программных решений, которые позволяют автоматизировать процесс проектирования и значительно повысить его производительность, точность и качество. Подчеркивается важность интеграции ИИ и машинного обучения в текстильную промышленность, так как это открывает новые возможности для автоматизации процессов, улучшения качества продукции и повышения конкурентоспособности текстильной отрасли на глобальном уровне.

**Ключевые слова:** автоматизация, способы повышения конкурентоспособности текстильного предприятия, современные системы, технологии проектирования, автоматизированное проектирование, информационные системы, программное обеспечение, рисунки тканей, автоматизированное проектирование ткацких рисунков, технический текстиль, компьютерное моделирование, инновации в текстильной индустрии, оптимизация процессов, цифровизация, промышленная автоматизация.

Проблема повышения эффективности текстильного производства в сфере российской экономики является на сегодняшний день одной из актуальных задач. Для ее решения на предприятиях текстильной промышленности используются различные инновации.

Одним из способов повышения эффективности текстильного производства, несомненно, является автоматизация процессов проектирования тканей, которая влияет на производство, ускоряя процесс разработки новых дизайн решений и сокращая время на их выпуск. Благодаря использованию специализированного программного обеспечения для проектирования, можно создавать и изменять дизайны тканей быстрее и точнее, что позволяет уменьшить количество пробных выпусков и сократить затраты на материалы и время. Кроме того, автоматизированные системы

---

проектирования тканей могут помочь улучшить качество продукции, путем обеспечения точной и однородной геометрии, размеров и текстуры ткани, снизить вероятность брака и тем самым повысить конкурентоспособность предприятия на рынке. Использование автоматизированных систем проектирования также может улучшить коммуникацию между дизайнерами и производственными специалистами, повышая эффективность координирования процесса производства и обеспечивая быстрый выпуск новой продукции. [1,2]

В настоящее время существует множество научных исследований в области автоматизации проектирования ткацких переплетений, как в России так и за рубежом.

Среди заметных отечественных исследований по созданию автоматизированных систем стоит отметить статью Юхина С.С. и Мартыненко С.Е. [3], представляющую методы и формулы для определения пористости ткани. Работа также описывает связь между воздухопроницаемостью и характеристиками ткани, а кроме того иллюстрирует интерфейс программного продукта для расчета пористости. Диссертация Бесхлебной С.Е. [4] является продолжением этой работы.

В статье Малецкой С.В. [5] представлен автоматизированный метод проектирования раппорта цвета по утку и блок-схема программного комплекса без программного обеспечения. Вильчевская Е.С. и Севостьянов П.А. [6] описывают комплекс для исследования растяжения пряжи на разрыв, включая функциональную схему комплекса, ввод данных и результаты в виде таблиц и графиков без описания интерфейса. В работах [7-9] исследуются системы автоматизированного проектирования текстильных материалов в области трикотажа и переплетений.

Работа Фирсова А.В. [10] представляет разработку автоматизированного рабочего места дессинатора и достигнутые результаты,

---

такие как разработка эффективного алгоритма анализа и построения рационального заправочного рисунка, модификация волнового алгоритма, критерии отбора технологичных ткацких переплетений, разработка программного комплекса, методика выбора ткацкого переплетения и построения заправочного рисунка, а также процедура визуализации модели внешнего вида проектируемой ткани. Разработанный комплекс программ и методика выбора рациональных переплетений и раппортов цвета сокращают время разработки новых образцов тканей, повышают технологичность тканей и позволяют более точно реализовать задания на проектирование ткани благодаря оценке внешнего вида тканого узора на экране компьютера.

Исследователи из других стран тоже активно осуществляют научные разработки в области автоматизации проектирования ткацких переплетений.

Некоторые из них включают в себя использование генетических алгоритмов для оптимизации ткацкого переплетения. Примером может служить работа Obe O., Egwuche O. S. [11] В этой работе авторы для автоматизации проектирования тканей предложили использовать генетический алгоритм для создания новых ткацких переплетений, которые могут быть внедрены в производство. Генетический алгоритм является эвристическим методом оптимизации, который использует принципы естественного отбора и генетической мутации для генерации новых вариантов решений. Авторы, используя определенные параметры для оптимизации ткацких переплетений, провели эксперименты на нескольких типах тканей и получили улучшенные результаты по сравнению с традиционными методами проектирования. Использование генетического алгоритма позволило авторам создать новые модели дизайна переплетения, которые были оптимизированы для производства тканей с определенными свойствами, такими как прочность и эластичность. Таким образом, работа авторов демонстрирует потенциал генетического алгоритма для

---

автоматизации процесса проектирования тканей и создания новых ткацких переплетений, которые могут улучшить качество и свойства производимых тканей.

Ещё одним из похожих примеров является работа [12]. В этой статье авторы предложили новый подход к автоматизации проектирования ткацких переплетений, который использует генетический алгоритм и решающие деревья. Авторы представили новую методологию, позволяющую проектировать тканые структуры за счет решающих деревьев, которые могут быстро принимать решения на основе входных параметров. Решающие деревья использовались для создания правил, определяющих какие узоры могут быть созданы в ткани, а генетический алгоритм был использован для оптимизации этих правил. Авторы продемонстрировали, что предлагаемый метод может создавать ткани с более сложными узорами, чем традиционные методы проектирования тканей. Использование решающих деревьев и генетического алгоритма позволило автоматизировать процесс проектирования тканей, ускорить его и уменьшить количество необходимого человеческого труда.

Другие исследования включают в себя применение нейронных сетей для распознавания и анализа ткацких переплетений. Нейронные сети используются для автоматического распознавания и классификации ткацких переплетений, что упрощает процесс проектирования тканей. Примером может служить работа [13]. Статья посвящена исследованию применения нейронных сетей для распознавания и анализа структур тканей. В работе рассматривается задача классификации ткацких переплетений, которая включает в себя определение основных параметров ткани, таких как плотность, количество нитей и тип переплетения. Для решения этой задачи авторы используют сверточную нейронную сеть (CNN) и предлагают метод обучения с учителем, основанный на принципе обратного распространения

---

ошибки. В работе проводится экспериментальное исследование на наборе данных изображений различных тканей, собранных с помощью микроскопа. Показано, что предложенная модель позволяет достичь высокой точности классификации ткацких переплетений. Кроме того, авторы исследуют влияние различных параметров модели на ее производительность и демонстрируют, что выбор оптимальных значений этих параметров может значительно повысить точность распознавания. Таким образом, данная работа представляет собой важный вклад в область автоматизации проектирования тканей с использованием машинного обучения и демонстрирует возможности применения нейронных сетей для распознавания и классификации ткацких переплетений.

Также существуют исследования в области разработки программных средств для автоматизации проектирования ткацких переплетений. Они направлены на создание программных средств, которые могут автоматически проектировать ткацкие переплетения на основе заданных параметров. Примером может служить работа. Статья посвящена разработке компьютеризованной системы проектирования тканей с использованием мультиагентной технологии. В работе описывается методика проектирования, основанная на интеграции мультиагентных технологий и технологий компьютерного моделирования тканей. Система позволяет автоматически генерировать переплетения и структуры тканей на основе заданных параметров и применять различные алгоритмы оптимизации, чтобы получить наилучший результат. В работе также приводятся результаты экспериментов по сравнению производительности системы с традиционными методами проектирования тканей.

Исследования в области использования компьютерного зрения для анализа и проектирования ткацких переплетений, позволяют автоматически анализировать и оптимизировать ткацкие переплетения на основе

---

физических свойств тканей. Примером может служить работа "Application of computer vision in the automatic identification and classification of woven fabric weave patterns" [14] авторов Chung-Feng Jeffrey Kuo, Chung-Yang Shih и других. В работе описывается метод, который использует компьютерное зрение для извлечения основных параметров ткани и автоматического проектирования тканевой структуры. Авторы рассматривают задачу оптимизации параметров тканевой структуры для достижения заданных требований к тканям, таких как жесткость, прочность, гладкость и т.д. Они также предлагают новый метод для генерации различных вариантов тканевых структур на основе извлеченных параметров ткани. Работа была опубликована в 2010 году в журнале "Textile Research Journal".

Изучение возможности создания новых типов ткацких переплетений на основе анализа и синтеза существующих - еще одно направление научных исследований в области автоматизации проектирования ткацких переплетений. Существующие методы анализа и синтеза ткацких переплетений, такие как теория графов и алгоритмы генерации, могут использоваться для создания новых типов переплетений с оптимизированными характеристиками.

Например, исследование [15] из 2019 года в журнале "Composite Structures" показало, как алгоритм генерации может использоваться для создания новых типов переплетений с оптимизированными характеристиками, такими как улучшенная прочность и эластичность тканей. В результате исследования было создано несколько новых типов переплетений, которые могут быть использованы в текстильной промышленности для производства более качественных тканей.

Эти и многие другие исследования в области автоматизации проектирования тканей и оптимизации производственных процессов в текстильной промышленности подчеркивают значимость использования

---

методов машинного обучения. Они имеют общую цель улучшения производительности и эффективности в текстильной промышленности путем автоматизации процесса проектирования тканей. Каждое исследование фокусируется на уникальных подходах к решению задачи классификации и оптимизации ткацких переплетений, однако все они используют методы машинного обучения, такие как нейронные сети и алгоритмы глубокого обучения, для обработки и анализа данных о ткацких переплетениях. Эти исследования являются важным шагом в создании автоматизированных систем, способных проектировать ткани быстрее и точнее, что приводит к улучшению качества продукции и снижению затрат на производство.

Именно использование ИИ для определения ткацких переплетений и автоматизации проектирования переплетений позволяет улучшить качество и точность проектирования тканей, а также значительно сократить время и затраты на этот процесс. Вместо традиционных методов, которые часто требуют длительных экспериментов и ручного труда для создания новых ткацких переплетений, автоматизированные системы на основе ИИ могут быстро и точно классифицировать, и оптимизировать переплетения, учитывая большое количество параметров и условий.

Кроме того, использование ИИ для проектирования тканей может привести к созданию более инновационных и уникальных переплетений, которые были бы трудно или невозможно создать традиционными методами. Это может привести к созданию новых типов тканей, которые могут иметь лучшие характеристики, такие как прочность, гибкость, эластичность и другие свойства, которые могут быть важны для конкретных приложений.

Существует несколько программных решений для проектирования текстильных переплетений, которые используют технологии искусственного интеллекта и машинного обучения. ArahWeave — это программа, которая позволяет быстро создавать и изменять переплетения с использованием

---

искусственного интеллекта. TexMind — это система автоматизации проектирования текстильных переплетений, которая использует машинное обучение для классификации и оптимизации переплетений. В таблице 1 показана сравнительная характеристика этих программных обеспечений.

Таблица № 1

Сравнительная характеристика программ для проектирования текстильных переплетений, которые используют технологии искусственного интеллекта

Программное обеспечение	Тип	Наличие искусственного интеллекта	Поддерживаемые форматы	Операционная система	Особенности
1	2	3	4	5	6
ArahWeave	Коммерческое	Есть	WIF, PAT, TXT, DOC, XLS	Windows, macOS, Linux	Быстрое создание и изменение переплетений, поддержка широкого спектра тканей
Weave Point	Коммерческое	Нет	WIF, WEF, PFF, TIF, JPG, BMP, PNG	Windows, macOS	Гибкость при создании переплетений, поддержка современных тканей

1	2	3	4	5	6
Weave Maker	Коммерческое	Нет	WIF, WPF, BMP, TIF, JPG	Windows	Интуитивно понятный интерфейс, поддержка широкого спектра тканей
TexGen	Коммерческое	Нет	WIF, WEF, PFF, TIF, JPG, BMP, PNG	Windows	Быстрое создание переплетений, гибкость при настройке параметров
TexMind	Коммерческое	Есть	WIF, WPF, TIF, JPG, PNG	Windows	Автоматическое определение и классификация переплетений, оптимизация переплетений

Можно отметить, что программы ArahWeave и TexMind имеют функциональность по распознаванию переплетения на основе изображения, в отличие от программ TexGenCAD и WeavePoint. Точность и эффективность каждой программы может зависеть от многих факторов, таких как качество изображения, тип ткани, уровень шума на изображении, размерность и сложность переплетения, а также от алгоритмов и методов обработки изображения, используемых в каждой программе. Кроме того, возможности программ могут различаться в зависимости от целевой аудитории и потребностей пользователей. Например, программа ArahWeave специализируется на создании переплетений для тканей высокого качества и профессионального использования, в то время как TexMind ориентирована на использование в промышленности и имеет функционал по оптимизации производственных процессов.

Современная текстильная промышленность сопряжена с обширным использованием различных алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта (ИИ) в различных процессах, включая проектирование и оптимизацию ткацких переплетений. Однако на данный момент не существует в России специализированных программных решений для проектирования текстильных переплетений, использующих ИИ. Такие инструменты могут значительно повысить производительность и качество проектирования тканей и, следовательно, укрепить конкурентоспособность отечественной текстильной промышленности на мировом рынке.

Разработка таких программных продуктов может включать в себя использование нейронных сетей, генетических алгоритмов и методов глубокого обучения, а также различных методов компьютерного зрения для распознавания и анализа ткацких переплетений. Эти инструменты позволят оптимизировать процесс проектирования тканей и увеличить производительность, сократив время, затрачиваемое на выполнение дизайнерских работ и эксперименты на ткацких станках. Кроме того, использование ИИ и машинного обучения позволит улучшить точность и качество проектирования, а также предоставит возможность для автоматической классификации и анализа ткацких переплетений. Все это позволит существенно повысить эффективность производственных процессов и укрепить позиции российской текстильной промышленности на мировом рынке.

В текстильной промышленности активно происходит интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматизации проектирования ткацких переплетений. Это способствует улучшению качества и производительности процессов, а также открывает новые возможности для создания инновационных и уникальных переплетений. В этой области проводится много исследований, разрабатывающих методы и

---

алгоритмы, которые включают использование нейронных сетей, генетических алгоритмов, методов глубокого обучения и компьютерного зрения.

Существуют программные решения на основе ИИ, такие, как ArahWeave и TexMind, которые позволяют автоматизировать процесс проектирования, оптимизации и анализа ткацких переплетений. Благодаря этому, время и затраты на проектирование могут быть существенно сокращены, а качество и точность проектирования значительно улучшены. В результате повышается конкурентоспособность текстильной промышленности на мировом рынке.

Однако стоит отметить, что на данный момент в России отсутствуют специализированные программные решения для проектирования текстильных переплетений с использованием ИИ. Разработка таких инструментов может значительно повысить производительность и качество проектирования тканей, что, в свою очередь, укрепит позиции российской текстильной промышленности на мировом рынке.

Таким образом, интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения в текстильную промышленность открывает новые возможности для автоматизации процессов, повышения качества продукции и укрепления конкурентоспособности отрасли на глобальном уровне.

### Литература

1. Зыков С.Н., Овсянников С.В. Особенности выбора конструктивных параметров пассажирских сидений автобусов // Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2290/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2290/).
2. Андросова Г.М., Браилов И.Г., Гнедова О.И. Проектирование деталей одежды с использованием полотен из матричных элементов //

- Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL:  
[ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/447/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/447/).
3. Юхин С.С., Мартыненко С.Е. Автоматизированный метод проектирования тканей по заданной пористости // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2003. №4. С. 40-43.
  4. Бесхлебная С.Е. Разработка метода расчета объема сквозных пор в тканях главных и производных переплетений: дис. ... канд. техн. наук. М.: МГТУ им А. Н. Косыгина, 2004. 158 с.
  5. Малецкая С.В. Автоматизированный метод проектирования раппорта цвета по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2002. №3. С. 110-111.
  6. Вильчевская Е.С., Севостьянов П.А. Автоматизированный моделирующий комплекс для исследования полуциклового растяжения и разрыва пряжи из смеси хлопка и химических волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2004. №2. С. 113-116.
  7. Руденко Л.Г. Разработка автоматизированного метода расчета технологических параметров изготовления тканей: дис. ... канд. техн. наук. М.: МГТУ им А.Н. Косыгина, 2002. 144 с.
  8. Кочеткова О.В. Разработка методологии автоматизированного технологического проектирования трикотажа: автореф. дис. ... докт. техн. наук. СПб.: Санкт-Петербургский университет технологии и дизайна, 2001. 40 с.
  9. Xiaogang, C., 2005. Characteristics of Cloth Formation in Weaving and Their Influence on Fabric Parameters. Textile Research Journal, 75: 281-287.
  10. Фирсов А.В. Разработка метода проектирования рисунков мелкоузорчатых переплетений и его реализация на ПЭВМ: дис. ... канд. техн. наук. М., 1995. 117 с.
-

11. Obe, O. and O.S. Egwuche, 2018. Genetic algorithm approach for fabric pattern generation in the textile industries. Computer Science Series, Annals.
12. Majumdar, A. and S.P. Singh, 2014. A new approach to determine the quality value of cotton fibres using multi-criteria decision making and genetic algorithm. Fibers Polym, 15: 2658–2664.
13. Ashraf, R., Ya. Ijaz, M. Asif, K.Z. Haider, T. Mahmood and M. Owais, 2022. Classification of Woven Fabric Faulty Images Using Convolution Neural Network. Hindawi, Mathematical Problems in Engineering.
14. Kolcavova, B.S. and I. Mertova, 2010. Computer aided woven fabric design. 7th International Conference - TEXSCI 2010 (issue September 6-8, Liberec), Czech Republic.
15. Kuo, C.F.J., C.Y. Shih, C.E. Ho, K.C. Peng, 2010. Application of computer vision in the automatic identification and classification of woven fabric weave patterns. In: Text. Res. J., 80: 2144-2157.

### References

1. Zy`kov S.N., Ovsyannikov S.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2290/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2290/).
2. Androsova G.M., Brailov I.G., Gnedova O.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/447/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/447/).
3. Yuxin S.S., Marty`nenko S.E. Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil`noj promy`shlennosti. 2003. №4. pp. 40-43.
4. Besxlebnaya S.E. Razrabotka metoda rascheta ob`ema skvozny`x por v tkanyax glavny`x i proizvodny`x perepletelij [Development of a method for calculating the volume of through pores in tissues of the main and derivative weaves]: dis. ... kand. texn. nauk. M.: MGTU im A. N. Kosy`gina, 2004. 158 p.

5. Maleczkaya S.V. Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil`noj promy`shlennosti. 2002. №3. pp. 110-111.
  6. Vil`chevskaya E.S., Sevost`yanov P.A. Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil`noj promy`shlennosti. 2004. №2. pp. 113-116.
  7. Rudenko L.G. Razrabotka avtomatizirovannogo metoda rascheta texnologicheskix parametrov izgotovleniya tkanej [Development of an automated method for calculating the technological parameters of fabric manufacturing]: dis. ... kand. texn. nauk. M.: MGTU im A.N. Kosy`gina, 2002. 144 p.
  8. Kochetkova O.V. Razrabotka metodologii avtomatizirovannogo texnologicheskogo proektirovaniya trikotazha [Development of a methodology for automated technological design of knitwear]: avtoref. dis. ... dokt. texn. nauk. SPb.: Sankt-Peterburgskij universitet texnologii i dizajna, 2001. 40 p.
  9. Xiaogang, C., 2005. Textile Research Journal, 75: 281-287.
  10. Firsov A.B. Razrabotka metoda proektirovaniya risunkov melkouzorchaty`x perepletenij i ego realizaciya na PE`VM [Development of a method for designing patterns of finely patterned weaves and its implementation on a PC]: dis. ... kand. texn. nauk. M., 1995. 117 p.
  11. Obe, O. and O.S. Egwuche, 2018. Computer Science Series, Annals.
  12. Majumdar, A. and S.P. Singh, 2014. Fibers Polym, 15: 2658–2664.
  13. Ashraf, R., Ya. Ijaz, M. Asif, K.Z. Haider, T. Mahmood and M. Owais, 2022. Hindawi, Mathematical Problems in Engineering.
  14. Kolcavova, B.S. and I. Mertova, 2010. Computer aided woven fabric design. 7th International Conference - TEXSCI 2010 (issue September 6-8, Liberec), Czech Republic.
  15. Kuo, C.F.J., C.Y. Shih, C.E. Ho, K.C. Peng, 2010. In: Text. Res. J., 80: 2144-2157.
-