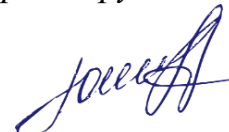


**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТАДЖИКИСТАНА,  
ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УДК 6+004.41+778.1:677.04-035.67 (575.3)  
ББК 37.21+37.244.**

*На правах рукописи*



**ЮСУФЗОДА ШАХНОЗА АЗИЗБЕК**

**РАЗРАБОТКА СОКРАЩЁННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ К  
ЦИФРОВОЙ ПРЯМОЙ ПЕЧАТИ АКТИВНЫМИ ЧЕРНИЛАМИ НА  
ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЯХ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.11.4. Технология и первичная обработка текстильных  
материалов и сырья

**Душанбе – 2026**

Работа выполнена на кафедрах технологии текстильных изделий Технологического университета Таджикистана и химической технологии волокнистых материалов Ивановского государственного химико-технологического университета Российской Федерации.

**Научный руководитель:** **Анушервони Шовалихон**, кандидат технических наук, доцент, декан факультета заочного и дистанционного обучения Технологического университета Таджикистана

**Научный консультант:** **Чешкова Анна Владимировна**, доктор технических наук, профессор кафедры химической технологии волокнистых материалов Ивановского государственного химико-технологического университета Российской Федерации

**Официальные оппоненты:** **Алеева Светлана Владимировна** - доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии Ивановского государственного политехнического университета Российской Федерации

**Курбонзода Бобохон Давлат** – кандидат технических наук, доцент кафедры производственных технологий Университета инновации и цифровых технологий Таджикистана

**Ведущая организация:** Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности

Защита диссертации состоится 4.07.2026 года в 11:00 часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-050 при Технологическом университете Таджикистана по адресу: 734061, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Н. Карабаева, 63/3. E.mail: 6d.koa.050.tut@gmail.com.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться на сайте Технологического университета Таджикистана.

Автореферат разослан

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент



Олимбойзода П.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** «Современная текстильная промышленность всё больше интегрирует цифровые технологии, что обуславливается потребностью в повышении эффективности производства, его экологизации и улучшении качества продукции» [2–4]. Одним из перспективных направлений является цифровая прямая печать активными чернилами, которая позволяет существенно сократить расходы на обслуживание печатного оборудования, реализовать сложные цветовые и орнаментальные решения на текстильных материалах. «Однако результативность такого подхода во многом зависит от качества подготовки как цифрового изображения, так и самой ткани» [2, 3]. Отсутствие стандартизированных методов предсказания цветопередачи на текстильном материале и неизменности изображения после печати требует дополнительных научных изысканий, направленных на оптимизацию процесса предпечатной подготовки и печати в целом.

Особенно актуальна цифровая печать для современных хлопчатобумажных тканей (сатин, поплин, бязь, молескин и др.), выработанных из хлопка высокого качества, с минимальной засорённостью остатками семенной коробочки. «Для колорирования таких тканей требуются разработки нового подхода к физико-химическим процессам подготовки в рамках отделочного производства с учётом нового качества суровья и специфики цифровой печати» [1, 5]. «С целью сохранения ценных свойств природной целлюлозы и её сопутствующих примесей, в том числе природных красящих веществ, и в то же время придания материалам требуемой гигроскопичности и капиллярных свойств, важных для печати активными красителями, особо перспективно применение ферментативных процессов» [6 – 13]. «Подготовка хлопчатобумажных тканей с применением высокоселективных низкотемпературных ферментов является одним из возможных путей создания сокращённых, ресурсо и энергосберегающих экологичных режимов печати» [6 – 9, 12, 13]. Ферментативные способы подготовки широко изучены в технологиях крашения активными красителями, однако исследования по созданию биоподготовки хлопчатобумажных тканей для цифровой печати активными чернилами остаются недостаточно разработанными.

«Цифровая печать также зависит от параметров цифрового аналога изображения, таких как контрастность, яркость и масштаб» [2 – 4]. «Недостаточное внимание к этим аспектам может привести к ухудшению качества конечного продукта, снижению цветопередачи и долговечности» [3, 4]. В связи с этим исследование влияния подготовки цифрового изображения на результат печати, а также оценка возможных способов улучшения качества печати на хлопчатобумажных тканях посредством модификации подготовки ткани представляют собой актуальную научную задачу.

Целью проводимых в диссертационной работе исследований является повышение качества прямой цифровой печати хлопчатобумажных тканей чернилами на основе активных красителей за счёт применения комплексного подхода, заключающегося в рационализации этапа подготовки изображения и стадии ферментативной подготовки в сочетании с катионизацией, изменяющей

поверхностные свойства материала.

Таким образом, тема исследования, связанная с изучением влияния подготовки цифрового изображения и хлопчатобумажных тканей на качество цифровой печати активными чернилами, является актуальной в условиях роста спроса на высококачественные текстильные изделия и стремления к улучшению экологичности и эффективности производства.

**Степень изученности научной темы.** В научной литературе вопросы цифровой прямой печати по целлюлозным тканям активными чернилами разработаны ограниченно и преимущественно фрагментарно. «В работе Н.Н. Гранатовича рассмотрены вопросы эффективной подготовки текстильных материалов под цифровую печать активными красителями с применением катионных препаратов» [1]. «В исследованиях Н.А. Топорищевой раскрыты технологические возможности ферментной подготовки целлюлозосодержащих тканей и её влияние на процессы последующего колорирования» [6]. «В работах А.В. Чешковой ферментативная подготовка рассматривается как экологически ориентированный способ улучшения свойств хлопковых, полушёлковых и котонинсодержащих тканей перед крашением активными красителями» [9]. «Н.Н. Ясинская исследовала применение ферментных препаратов пектинолитического действия для подготовки льняных тканей к колорированию» [10]. «Н.В. Скобова рассматривала экспериментальные аспекты биообработки льняных тканей и её влияние на свойства текстильного материала» [11]. «В работе Т. Tzanov показаны возможности биоподготовки хлопчатобумажных тканей с использованием ферментативных процессов» [12]. А.С. Aly рассматривал биотехнологическую обработку целлюлозных текстильных материалов как один из путей экологизации отделочного производства [13].

Отдельные публикации посвящены задачам управления цветом, воспроизводимости и прогнозирования колориметрических характеристик в цифровой текстильной печати. «В. Gooby анализирует методологические подходы к цветной цифровой струйной печати на текстиле и применению знаний о цвете в проектировании печатного изображения» [2]. «D. Javoršek рассматривает вопросы цветового менеджмента в цифровой текстильной печати и проблемы согласования цифрового оригинала с печатным результатом» [3]. «S. Moon исследует точность и воспроизводимость цвета в цифровой текстильной печати, а также расхождения цветопередачи между различными носителями воспроизведения» [4].

Вместе с тем указанные исследования в основном раскрывают отдельные стороны рассматриваемой проблемы: катионную модификацию хлопчатобумажных материалов, ферментную подготовку целлюлозных тканей, управление цветом и воспроизводимость отпечатка. Особенности комплексного влияния параметров цифрового аналога изображения, биоотварки и катионной обработки хлопчатобумажной ткани на качество прямой цифровой печати активными чернилами раскрыты недостаточно полно.

Отличие настоящего исследования состоит в комплексном установлении влияния параметров цифрового аналога изображения и вариантов подготовки хлопчатобумажной ткани, включая биоотварку и катионную обработку, на

колориметрические показатели отпечатка, а также в получении зависимостей, пригодных для прогнозирования качества цифровой прямой печати активными чернилами на текстильных плоттерах.

**Связь исследований с программами (проектами) и научной тематикой.** Диссертационное исследование имеет непосредственную связь с Национальной стратегией развития Республики Таджикистан на период до 2030 года, Среднесрочной программой развития Республики Таджикистан на 2021 – 2025 годы, Программой ускоренной индустриализации Республики Таджикистан на 2020–2025 годы, а также с Концепцией цифровой экономики в Республике Таджикистан, утверждённой постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2019 года № 642. Тема исследования соответствует задачам технологической модернизации, цифровизации производственных процессов, развития перерабатывающей промышленности, повышения конкурентоспособности отечественной текстильной продукции и внедрения инновационных технологий в лёгкой промышленности.

Вместе с тем исследование связано со Стратегией развития “зелёной” экономики в Республике Таджикистан на 2023 – 2037 годы и Приоритетными направлениями научных и научно – технических исследований в Республике Таджикистан на период до 2030 года, поскольку направлено на применение ресурсосберегающих, экологически безопасных и цифровых технологий при подготовке и печати хлопчатобумажных тканей. На институциональном уровне работа связана с научными направлениями кафедры технологии текстильных изделий Технологического университета Таджикистана и планом научно – исследовательских работ университета по совершенствованию технологий подготовки, отделки и цифровой печати целлюлозосодержащих тканей с использованием активных красителей.

### **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Цель исследования.** Цель работы заключается в изучении влияния подготовки цифрового изображения и ткани на результат цифровой печати, а также в оптимизации параметров цифрового аналога рисунка и способа подготовки для получения качественного рисунка на хлопчатобумажных тканях по рациональной и экономной технологии.

**Задачи исследования.** Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- Исследовать влияние ключевых параметров подготовки цифрового изображения (контрастность, яркость, масштаб) на колориметрические характеристики печатного орнамента.
- Установить зависимость между цветовыми характеристиками отпечатанного орнамента и параметрами цифрового оригинала.
- Провести сравнительную оценку воздействия различных методов предварительной подготовки текстильного материала (в том числе биоотварки с применением ферментных препаратов) на качество цифровой печати активными чернилами.

- Провести оценку эффективности катионизации текстильного материала, подвергнутого различным способам подготовки, на цветовые характеристики печатного рисунка, а также обосновать возможность интенсификации процесса струйной печати активными чернилами за счёт оптимизации предпечатного состава.

**Объект исследования.** Целлюлозосодержащие хлопчатобумажные ткани, подготавливаемые к прямой цифровой печати активными красителями.

**Предмет исследования.** Влияние параметров цифрового оригинала изображения, способов ферментативной и катионной подготовки, а также состава предпечатной композиции на колориметрические показатели, степень фиксации красителя и качество напечатанного рисунка на хлопчатобумажных тканях.

**Теоретическую основу исследования** составляют положения технологии отделки целлюлозосодержащих текстильных материалов и цифровой струйной печати, физико – химические представления о смачивании, капиллярном проникновении и удержании водных красочных систем в структуре хлопчатобумажной ткани, а также основы химии активных красителей и механизмов их фиксации на целлюлозе. В качестве теоретической базы подготовки ткани использованы представления о влиянии предварительной обработки (в том числе ферментативной биоотварки) на гидрофильность, сорбционные свойства и равномерность смачивания материала, определяющие чёткость рисунка, интенсивность окраски и устойчивость цветовых параметров. Теоретическое обоснование применения катионных и амфолитных ПАВ и полиэлектролитов опирается на концепции модификации поверхностного заряда целлюлозы и усиления сорбции анионных активных красителей. Оценка результатов печати основана на методах колориметрии (CIE Lab, ΔE, показатели интенсивности) и рассмотрении параметров цифрового оригинала (яркость, контрастность, масштаб) как управляемых факторов, влияющих на воспроизводимость цветопередачи.

**Научная новизна** работы заключается в установлении зависимостей между параметрами цифрового изображения и цветовыми характеристиками печатного рисунка на хлопчатобумажных тканях, различными способами подготовки. Впервые проводится исследование влияния биоотварки с ферментами на подготовку тканей к цифровой печати активными чернилами.

- Впервые определено влияние параметров цифрового оригинала изображения,

в том числе контрастности, яркости и масштаба, на колориметрические показатели напечатанного рисунка на хлопчатобумажных тканях при прямой цифровой печати активными красителями.

- Обосновано влияние различных способов подготовки хлопчатобумажных тканей, включая ферментативную биоподготовку и катионную обработку, на качество цифровой печати, яркость, интенсивность окраски, степень фиксации красителя и устойчивость напечатанного рисунка.

- Установлена зависимость между составом предпечатной композиции,

состоянием поверхности хлопчатобумажной ткани и показателями качества печати; доказана эффективность использования амфолитных и катионных веществ для улучшения результатов прямой цифровой печати активными красителями.

- Предложен сокращённый технологический подход к подготовке хлопчатобумажных тканей к прямой цифровой печати и обоснована возможность прогнозирования качества печати на основе параметров цифрового изображения и способа подготовки ткани.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Установленные зависимости влияния параметров цифрового оригинала изображения, включая контрастность, яркость и масштаб, на колориметрические показатели напечатанного рисунка на хлопчатобумажных тканях при прямой цифровой печати активными красителями.

2. Научно обоснованный способ подготовки хлопчатобумажных тканей к прямой цифровой печати активными красителями, включающий ферментативную биоподготовку и катионную обработку, обеспечивающий повышение качества печати, интенсивности окраски, степени фиксации красителя и устойчивости напечатанного рисунка.

3. Технологическое обоснование сокращённой схемы предпечатной подготовки хлопчатобумажных тканей с применением амфолитных и катионных веществ, позволяющей улучшить качество цифровой печати, повысить воспроизводимость цветопередачи и снизить технологические затраты.

**Теоретическая и практическая значимость исследования** работы заключается в развитии знаний о взаимосвязи параметров цифрового изображения и подготовки ткани с качеством цифровой печати, что расширяет научные представления о процессах цифровой печати на текстильных материалах. В работе проведена систематизация данных по цифровой печати на хлопчатобумажных тканях и обоснован принципиально новый подход к процессу подготовки. Определена её цель, заключающаяся не в максимальном удалении сопутствующих веществ и примесей, а в обеспечении модификации природной целлюлозы, за счёт применения ферментативных процессов, обеспечивающих селективное удаление технологических загрязнений (крахмальная шликта), частичное удаление сопутствующих примесей хлопкового волокна и как результат сохранение целлюлозы, исключение растекания капли чернил в процессе струйной печати на качественную печать активными красителями.

Практическая значимость заключается в разработке и экспериментальном обосновании рекомендаций по оптимизации параметров цифрового оригинала (яркость, контрастность, масштаб) и схемы предпечатной подготовки хлопчатобумажных тканей для повышения качества цифровой прямой печати активными чернилами. Результаты работы ориентированы на применение в технологической практике предприятий лёгкой промышленности при внедрении цифровых методов декорирования и позволяют повысить воспроизводимость цветопередачи, чёткость элементов орнамента и стабильность цветовых

характеристик отпечатка, а также сократить долю брака и технологических потерь.

Специфика цифровой струйной печати состоит в формировании изображения путём дозированного нанесения на предварительно подготовленный текстильный материал микрокапель чернил, что предъявляет повышенные требования к поверхностному состоянию ткани и её капиллярно – пористой структуре. Предпечатная подготовка выполняет функции стабилизации формы полотна в процессе печати, ограничения растекания капли, обеспечения равномерного проникновения красителя и повышения степени его фиксации на целлюлозном субстрате. В отличие от традиционных печатных паст, текстильные струйные чернила представляют собой низковязкие системы, содержащие краситель и комплекс текстильных вспомогательных веществ (в том числе ПАВ), поэтому механическое перенесение подходов, разработанных для печатных паст, не обеспечивает требуемой устойчивости и воспроизводимости результата при печати активными чернилами. Это обуславливает необходимость технологической адаптации предпечатной подготовки хлопчатобумажных тканей с учётом свойств активных чернил и требований к капиллярным характеристикам материала.

В рамках исследования предложен и апробирован подход к адаптации предпечатной подготовки хлопчатобумажных тканей (включая оптимизацию режимов подготовки и применение интенсифицирующих добавок) для повышения качества цифровой печати при использовании стандартных активных чернил производителя без изменения их рецептуры. Полученные результаты и разработанные рекомендации могут быть использованы при разработке технологических регламентов цифровой печати на хлопчатобумажных тканях и при настройке процессов на производственном оборудовании.

**Степень достоверности результатов диссертации** обеспечивается теоретико-методологической обоснованностью исследования, правильным выбором объекта и предмета исследования, применением современных физико-химических, технологических и колориметрических методов оценки качества цифровой печати, а также соответствием использованных методов цели и задачам диссертационной работы.

Достоверность полученных результатов подтверждается проведением экспериментальных исследований по подготовке хлопчатобумажных тканей различными способами, включая ферментативную подготовку, катионную обработку и применение предпечатных композиций, а также печатью образцов в производственных условиях. Полученные результаты проверены путём измерения колориметрических показателей в системе CIE Lab, определения цветового различия, оценки степени фиксации красителя, устойчивости окраски и статистической обработки экспериментальных данных.

Обоснованность научных выводов подтверждается согласованностью теоретических положений с экспериментальными данными, воспроизводимостью результатов, применением стандартных приборов и методов анализа, а также сопоставлением полученных данных с результатами научных исследований

отечественных и зарубежных авторов. Основные результаты исследования обсуждены на международных и республиканских научно-практических конференциях и опубликованы в научных изданиях.

Практическая достоверность результатов диссертации также подтверждается получением малого патента Республики Таджикистан, проведением производственных испытаний и наличием актов внедрения результатов исследования в производственную деятельность. Указанные факторы свидетельствуют о том, что полученные результаты являются обоснованными, проверенными и пригодными для использования в технологии подготовки и цифровой печати хлопчатобумажных тканей.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертация соответствует паспорту специальности 2.11.4. Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья по следующим пунктам: пункт 3. Методы оптимизации технологических процессов на основе системного подхода к качеству входного продукта, технологического процесса и выходного продукта; пункт 15. Физико-химические основы основных технологических операций обработки текстильных материалов в отделочном производстве; пункт 16. Экологические проблемы красильно – отделочного производства и пути решения этих проблем; пункт 17. Основные принципы колорирования текстильных изделий.

**Личный вклад соискателя учёной степени в подготовке диссертации.** Соискателем сформулированы цель и задачи исследования, обоснованы объект и предмет, разработана программа эксперимента. Лично выполнены подготовка хлопчатобумажных образцов в различных состояниях (включая ферментативную биоотварку), проведение печатных экспериментов с варьированием параметров цифрового изображения (контрастность, яркость, масштаб) и факторов предпечатной подготовки, а также колориметрические измерения и статистическая обработка данных. Соискателем установлены корреляционные зависимости между параметрами цифрового оригинала и цветовыми характеристиками отпечатка, обоснована эффективность применения катионных/амфолитных ПАВ и полиэлектролитов для повышения качества и воспроизводимости цифровой активной печати. Формулирование выводов и положений, выносимых на защиту.

**Апробация и внедрение.** Материалы диссертационного исследования доложены и апробированы на международных научно – практических конференциях: «Отечественный и зарубежный опыт при подготовке высококвалифицированных кадров для промышленных предприятий» (Ташкент, 2022); «Инновационные материалы и технологии в дизайне» (Санкт-Петербург, 2023); Всероссийской конференции с международным участием «Материаловедение» (Казань, 2023); «Роль дуального образования в подготовке высококвалифицированных кадров для отраслевых предприятий» (Ташкент, 2023); «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности» (Москва, 2024). Результаты исследования представлены также на отечественных научных мероприятиях: «Реализация ускоренной индустриализации Республики

Таджикистан как четвертой цели национальной стратегии: проблемы и решения» (Душанбе, 2021); «Взаимосвязь науки с производством в процессе ускоренной индустриализации Республики Таджикистан» (Душанбе, 2022); «Эффективность соотношения науки с производством в условиях ускоренной индустриализации» (Душанбе, 2024); «Научное сотрудничество в евразийском пространстве: цифровизация и модернизация промышленности с применением искусственного интеллекта» (Душанбе, 2025); «Инновационные модели и механизмы государственного управления в условиях трансформации» (Душанбе, 2025). Отдельные положения диссертации неоднократно обсуждались на заседаниях кафедры технологии текстильных изделий и на заседаниях Учёного совета Технологического университета Таджикистана.

Практическая значимость результатов подтверждена получением малого патента «Способ предварительной катионизации целлюлозной ткани для цифровой печати активными красителями» № 2502114 (опубл. 16.06.2025), проведением производственных испытаний цифровой печати оригинальных орнаментов «Икат» активными красителями на текстильном принтере (ОАО «Самойловский текстиль», г. Иваново, 23.08.2023), а также внедрением результатов научно-исследовательской работы по экспериментальной печати на хлопчатобумажной ткани сатинового переплетения с использованием орнаментов, созданных в программном обеспечении Inkscape (ООО «Пилай точик», г. Душанбе, 20.09.2025).

**Публикации по теме диссертации** основанные на полученных данных диссертационного исследования включают: 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте РТ и Российской Федерации, 2 статьи в журналах, индексируемых в международных базах научного цитирования (Скопус), 14 статей в других научных журналах, 1 малый патент Республики Таджикистан и 2 акта о внедрении.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация написана в традиционной форме: введение, общая характеристика работы, литературный обзор, описание объектов и методов исследования, обсуждения экспериментальных данных, расчёт экономической эффективности, заключение и список использованных литературных источников. В работе приведено 38 таблиц, 50 рисунков, 124 литературных источника.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования; сформулированы цель и задачи работы; определены объект и предмет исследования; раскрыты научная новизна и практическая значимость полученных результатов; представлены положения, выносимые на защиту, а также приведены сведения об апробации, внедрении и публикационной активности соискателя.

**Первая глава.** Цифровая печать обладает преимуществами перед ротационной печатью с сетчатыми шаблонами, но требует специальной подготовки изображения орнамента. «Технологический процесс реализуется на

специализированных цифровых текстильных принтерах, обеспечивающих высокое разрешение воспроизведения изображения за счёт управляемого капельно – струйного формирования красочного слоя в соответствии с цифровым макетом» [1 -5]. Рынок цифровой печати по текстилю развивается благодаря рыночным тенденциям, техническим инновациям и новым производственным решениям. В 2023–2024 гг. одной из главных тенденций стала одноэтапная цифровая печать по хлопчатобумажным тканям с использованием пигментных и активных чернил. Внедрение цифровых плоттеров в производство требует адаптации возможностей оборудования к реальному воплощению цвета на текстильных материалах. Особенно это важно при печатании на рулонных плоттерах. «Корректировка настроек изображения за счёт создания пробы увеличивает срок производства заказа. Поэтому требуется разработка решений, позволяющих исключить этот этап из технологического цикла производства цифровой продукции» [2-5].

На современном этапе развития текстильного отделочного производства всё больше наблюдается тенденция к разукрупнению производств, банкротству технически неоснащённых предприятий. Существует несколько способов нанесения изображения на ткань. Печать на ткани является сложным процессом, требующим специального оборудования. В мировой истории известно множество технологий печати на ткани, но наиболее востребованной в текстильной отрасли на данный момент считают текстильные плоттеры. Существенным технологическим преимуществом цифровой струйной печати в текстильном производстве является отсутствие механического взаимодействия между печатающим элементом и текстильным материалом, что потенциально обеспечивает универсальность метода к материалам различного волокнистого состава. «В этом случае достигаемые параметры качества печати вполне сравнимы с технологиями ротационной печати, реализуемой на поточных отделочных линиях» [1, 5].

«Рынок цифровой печати по текстилю демонстрирует устойчивый рост: к 2030 году его объём, по данным Grand View Research, составит более 8 миллиардов долларов США. К 2040 году четверть всей печатной текстильной продукции, как ожидается, будет выпускаться цифровыми методами» [2-4]. Особый интерес в связи с возможностями современной цифровой печати представляет изучение исторических орнаментов таджикских и узбекских аутентичных тканей, созданных в технике иката. «Анализ литературных источников выявил актуальность создания оригинальных паттернов для цифровой печати хлопчатобумажных тканей, а также необходимость выбора оптимальной подготовки тканей под цифровую печать, включая оптимизацию предпечатной композиции с целью повышения степени фиксации дорогостоящих активных чернил» [1-5].

«Важный вклад в изучение специфики формирования изображений аналогов тканей при цифровой печати на текстильных плоттерах внесли Н.Н. Гранатович [1], Г.Е. Кричевский» [5], В. Gooby [2], D. Javoršek [3], S. Moon [4],

Н.А. Топорищева [6], А.В. Чешкова [9], Н.Н. Ясинская [10], Н.В. Скобова [11], Т. Tzanov [12], А.S. Aly [13].

«Исследование, посвящённое изучению влияния подготовки цифрового изображения и состояния хлопчатобумажных тканей на качество цифровой прямой печати активными чернилами, является актуальным в условиях расширения применения цифровых технологий в отделочном производстве, роста требований к воспроизводимости цветопередачи и повышения экологической эффективности технологических процессов» [1–13]. «Разработка и обоснование рациональных режимов подготовки ткани и параметров цифрового оригинала обеспечивают повышение стабильности печати, сокращение ресурсопотребления и снижение производственных потерь, что соответствует задачам повышения конкурентоспособности текстильной продукции в современных условиях» [1–6,13].

Для выполнения цифровой струйной печати хлопчатобумажные ткани предварительно обрабатывали предпечатной композицией. «Нанесение композиции осуществляли на плюсовке с отжимом 70 % и последующей сушкой, что обеспечивало формирование функционального слоя на поверхности материала и выравнивание условий взаимодействия чернил с субстратом» [1, 5].

Растискивание в струйной печати проявляется как геометрическое и оптическое приращение растровых точек, вследствие чего увеличивается фактически окрашенная площадь материала и уменьшаются промежутки между соседними каплями. Это приводит к повышению оптической плотности отпечатка, потемнению изображения, снижению контрастности и ухудшению визуального восприятия. «При отсутствии коррекции параметров растискивания и соответствующей настройки цифрового оригинала фактический отпечаток оказывается заметно темнее запланированного» [2–4].

В настоящее время для печати на плоттерах разработаны несколько видов специальных текстильных чернил, классифицировать которые можно по типу химического взаимодействия с активными группами волокнообразующего полимера текстильных материалов: активные – для целлюлозных тканей, натурального шелка и вискозных тканей, кислотные – для прямой печати по натуральному шелку, капрону и шерсти, водные пигментные – для хлопчатобумажных, льняных и вискозных тканей, сублимационные, или дисперсные, - для материалов на основе искусственных полиэфирных волокон и нитей. «Печать материала осуществляется при температуре 24–26 °С и влажности воздуха 30–45 %. Для обеспечения качества печати чернила в своём составе содержат активный краситель, растворённый в воде, а также вспомогательные вещества, обеспечивающие стабильность печатного процесса» [1, 5].

Известно, что скорость диффузии активного красителя в структуру целлюлозного волокна определяется состоянием капиллярной системы хлопкового волокна, реакционной способностью целлюлозы, гидрофильностью целлюлозы и содержанием на поверхности воскообразных веществ, а также химической природой хромофорной системы красителя. Поэтому степень фиксации красителя в процессе печатания во многом зависит как от степени

подготовки целлюлозного материала, так и от состояния поверхности. Поэтому подготовка и предпечатная подготовка материала выбраны как наиболее значимые и определяющие факторы в получении качественного печатного рисунка.

**Вторая глава** носит методический характер и включает описание объектов исследования, применяемых материалов, режимов подготовки тканей (в том числе биоотварки), технологической схемы цифровой прямой печати активными чернилами, а также методов оценки качества отпечатков и свойств текстильных материалов. В качестве объектов исследования использованы хлопчатобумажные ткани различного переплетения и назначения в суровом виде. Их основные технические характеристики (ширина, поверхностная плотность, число нитей по основе и утку, разрывная нагрузка) приведены в таблице 1.

**Таблица 1** - Техническая характеристика тканей

Наименование ткани, ГОСТ	Ширина, см	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Число нитей на 10 см		Разрывная нагрузка полоски ткани 50×200 см, кГС, не менее	
			основа	уток	основа	уток
<b>СУРОВЫЕ ТКАНИ</b>						
Бязь-люкс П13	246+2,0	116+2	265+8	259+8	30	25
Бязь-стандарт П15	246+2,5	140+7	228+5	215+7	28	21
Сатин-люкс Т15	231+2,5	147+7	650+13	350+11	30	20
Поплин П12	246+2,0	116+2	265+8	259+8	30	25

Для реализации процесса биоотварки применяли композицию кислых ферментных препаратов. В качестве деструкторов полисахаридных компонентов технологических примесей использовали кислые амилазы, относящиеся к классу гидролаз и катализирующие расщепление  $\alpha$ -1,4-гликозидных связей в полисахаридных цепях. «Для деструкции пектиновых веществ применяли промышленно производимые кислые пектиназы, что позволяло совмещать их с кислыми амилазами и получать более выраженный эффект биоотварки за счёт комплексного удаления технологических примесей» [6–13].

В работе выбраны текстильные вспомогательные вещества, применяемые в составе предпечатных композиций и при модификации целлюлозных материалов на этапах классической печати и крашения активными красителями.

В качестве катионных полиэлектролитов использовали полидиаллилдиметиламмоний хлорид (ПДАДМАХ) и Каустамин-15. Поверхностно-активные вещества, использованные в исследованиях, приобретены в ПО «ТОС» (г. Долгопрудный) и НПО «НИИПАВ» (г. Волгодонск, Ростовская область, РФ). Характеристика применяемых текстильных вспомогательных веществ приведена в работе в соответствии с их

функциональным назначением в процессах предпечатной подготовки и модификации целлюлозного материала. Характеристика применяемых катионных препаратов приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика используемых полиэлектролитов

Наименование катионного препарата	Структурная формула	Описание препарата
ПДАДМАХ	$\left[ \begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---HC---CH---CH}_2\text{---} \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{N} \quad \text{Cl}^- \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Полидиаллил-диметиламмоний хлориды ПДАДМАХ ОАО «БСК», г.Стерлитамак, Россия «ВПК-402» Флокулянт/ коагулянт//
Каустамин 15	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{---N---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---} \\   \quad   \\ \text{Cl}^- \quad \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Четвертичный полиамин -полимер на основе эпихлоргидрина и диметиламина

Указанные препараты использовали при формировании предпечатных композиций и при модификации целлюлозного материала. Далее приведены технологические схемы подготовки хлопчатобумажных тканей, применённые в работе, включая традиционные режимы беления и сокращённые ферментативные варианты.

Подготовку хлопчатобумажных тканей проводили в условиях отбельного цеха по нескольким технологическим схемам: одностадийное беление на линии ЛОУ–260, двухстадийная подготовка на линии ЛОБ – 280 с предварительной щелочной отваркой, а также ферментативная расшлихтовка амилазами и биоотварка (композиция амилаз и пектиназ) на эжекторной машине с системой мягкого потока (Soft-flow). На линии ЛОУ–260 ткань шириной 220 см обрабатывали расправленным полотном по плюсовочно – накатной ферментной расшлихтовке ( $\approx 40$  °С, pH 4,5–5,5) с последующими промывками и щелочно – перекисным белением по плюсовочно-запарной технологии (запаривание около 100 °С), далее выполняли промывку по схеме противотока и сушку. На линии ЛОБ – 280 процесс включал стадию щелочной отварки с запариванием, промывкой и кислованием, после чего проводили щелочно – перекисное беление, стандартные промывки и сушку; контроль качества отбелённой ткани осуществляли по нормативным показателям: капиллярность – не менее 100 мм/ч, белизна – не менее 82%, степень расшлихтовки по Тежеву – не менее 6 баллов. Биоотварку на оборудовании с системой Soft-flow применяли как вариант сокращённой подготовки: ткань обрабатывали в ферментном растворе ( $\approx 40$  °С, pH 4,5–5,5) с последующей промывкой горячей водой с ПАВ и холодной водой без стадии кислования, что позволяло формировать требуемые гидрофильные и капиллярные свойства при более мягком воздействии на целлюлозу.

Подготовленные ткани после сушки и ширения с аппретированием предпечатным составом направляли на цифровую прямую струйную печать активными чернилами с последующей послепечатной обработкой. Послепечатная обработка включала фиксацию активного красителя на волокне, мыловку и промывку напечатанных образцов. Фиксацию красителя проводили способом

запаривания при температуре 102 °С в течение 8 минут, после чего выполняли мыловку и промывку до удаления несфиксированных компонентов.

Для определения цветовых характеристик и оценки воспроизводимости отпечатков применяли спектрофотометр модели YS 3010, работающий по стандартной оптической геометрии D/8, принятой Международной комиссией по освещению (CIE). Спектрофотометр регистрирует спектры отражения образцов в видимом диапазоне длин волн, включая материалы с флуоресцентными компонентами (рисунки 1–2). Измерения выполняли методом контактного позиционирования прибора на поверхности образца; результаты фиксировались автоматически программным обеспечением прибора.

Устойчивость окраски к действию пота определяли по соответствующему стандарту, основанному на обработке испытуемой пробы совместно с пробами неокрашенных тканей в модельных растворах заданного состава при регламентируемых условиях. Устойчивость окраски к трению определяли согласно ГОСТ 9733.27–83, методика которого основана на оценке степени закрашивания неокрашенной сухой или мокрой ткани при трении об сухой испытуемый образец; для испытаний использовали прибор ПТ–4 и шкалу серых эталонов.



Рисунок 1— Спектрофотометр YS 3010

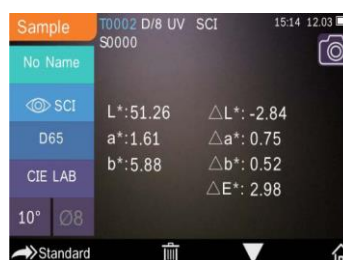


Рисунок 2 — Окно измерений

Гидрофильность тканей оценивали методом времени впитывания капли воды согласно NBR 13000. Образец закрепляли в пальцах, бюретку с дистиллированной водой ( $20 \pm 2$  °С) располагали на расстоянии 40 мм от поверхности ткани. Временем впитывания считали интервал между моментом контакта капли с тканью и её полным исчезновением; показатель определяли как среднее значение пяти измерений в различных зонах образца.

Степень фиксации активных красителей, входящих в состав чернил, оценивали по относительному содержанию активной формы красителя до и после промывки отпечатанного текстильного материала. В работе использовали метод кислотных гидролизатов, позволяющий определить изменение содержания активной формы красителей и, соответственно, эффективность фиксации в зависимости от режима подготовки ткани и состава предпечатной композиции.

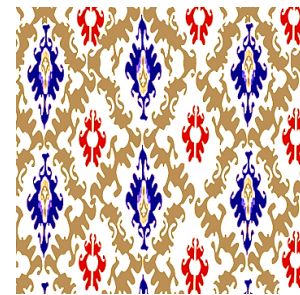
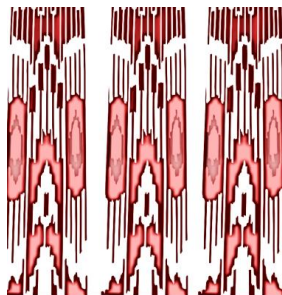
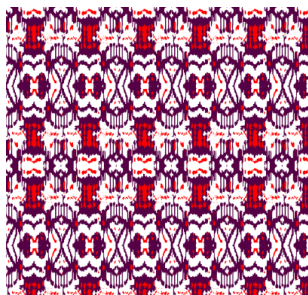
**В третьей главе** представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на получение и технологическую апробацию цифровых оригиналов (паттернов) для прямой струйной печати активными чернилами на хлопчатобумажных тканях. На первом этапе выполнена разработка цифровых версий орнаментов с учетом требований

промышленного воспроизведения рисунка на текстильном плоттере, установленном на ОСП «Самойловский текстиль» (ООО «Нордтекс», г. Иваново). В качестве исходной визуальной базы использованы исторические мотивы абровой орнаментации (икат), для которых проведены оцифровка, векторизация, композиционная адаптация и корректировка цветового решения с учетом современных требований к колористике и актуальным палитрам текстильной печати.

Художественно–композиционный анализ исторических абровых орнаментов позволил выявить устойчивые принципы построения раппорта, характерные мотивы и особенности колористики среднеазиатских тканей, выполненных в технике иката. На основе анализа собранных этнографических и визуальных материалов разработаны оригинальные мотивы и цифровые паттерны, предназначенные для печати на хлопчатобумажных тканях бельевого назначения (постельная группа) шириной 220 см, с учетом технологических ограничений и требований отделочного производства.

Проектирование орнаментов выполняли с использованием векторного графического редактора Inkscape, обеспечивающего выбор и корректировку цветовых решений, векторизацию элементов, формирование раппорта и визуализацию применения рисунка в изделии. Подготовку файлов к печати осуществляли в соответствии с требованиями производства: исходные изображения формировались в формате .tif, обеспечивающем корректную передачу данных при печати. Печать выполняли на цифровом текстильном плоттере MS JPK (Mimaki) в производственных условиях ОСП «Самойловский текстиль»; разработанные цифровые версии были технологически корректны и не требовали дополнительной корректировки со стороны специалистов предприятия (рисунок 3).

Для оценки влияния параметров цифрового оригинала на колориметрические характеристики отпечатка выполняли цифровую предподготовку изображения с варьированием масштаба (33; 50; 100; 200; 300; 400%), а также параметров яркости (от –20 до +20) и контрастности, после чего проводили печать и последующую оценку результатов по принятой методике.





**Рисунок 3** – Цифровые версии мотивов для орнаментов хлопчатобумажных тканей предназначенных для сорочечных, плательных, костюмных изделий и пошива комплектов постельного белья.

На рисунке 3 представлены разработанные цифровые версии мотивов орнаментов, подготовленные к прямой цифровой печати. В процессе варьирования параметров цифрового аналога (яркости, контрастности и масштаба) установлено, что изменение указанных настроек приводит к заметному изменению цветовых характеристик печатного изображения на ткани сатин. Полученные экспериментальные данные использованы для построения зависимостей, позволяющих оперативно корректировать параметры цифрового оригинала с целью достижения требуемых колористических характеристик отпечатка без выполнения дополнительных цветопроб на материале.

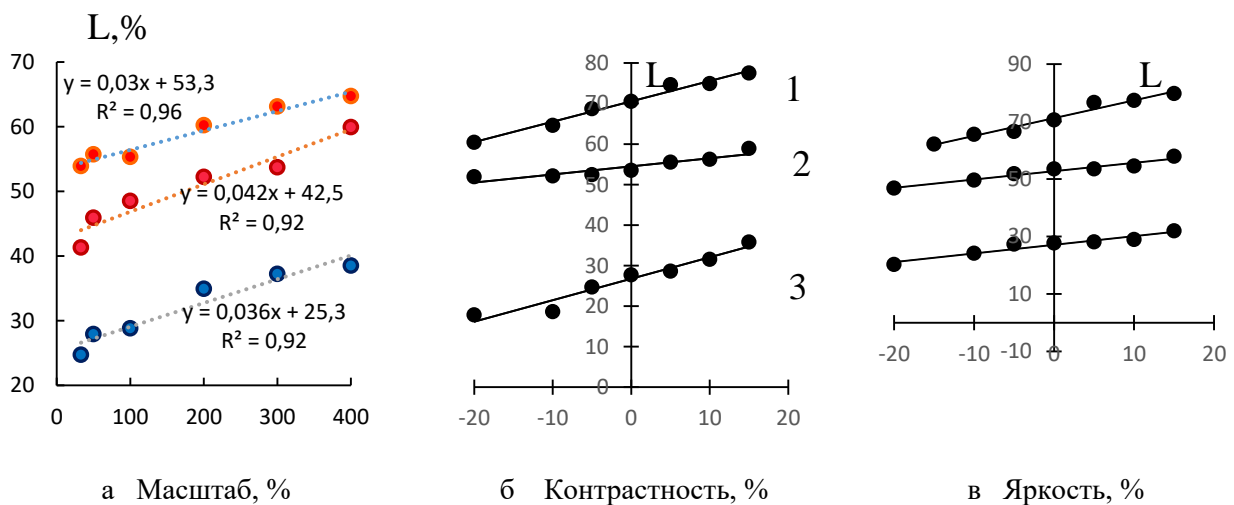
Оценку качества печати выполняли по колористическим координатам в системе CIELAB и показателю цветового различия  $\Delta E$ , что обеспечило сопоставимость результатов при изменении параметров цифрового изображения и условий подготовки ткани. Количественные результаты влияния масштаба цифрового аналога на параметры отпечатка на отбеленном хлопчатобумажном сатине–люкс приведены в таблице 3.

**Таблица 3** - Влияние параметров настройки цифрового аналога (масштаба) на результаты печати на отбеленном хлопчатобумажном Сатине-люкс (плотн. 119г/м<sup>2</sup>).

Цвет/масштаб, %	a +краснее/-зеленее	b +желтое/-синее	H (Цветовой тон)
Оранжевые чернила			
33	33,5	30,5	13
50	34,2	33,8	15
100	36,9	41,6	18
200	38,2	46,9	20
300	43,4	47,7	17
400	43,7	46,4	16
Синие чернила			
33	9,4	-45,1	215

50	18,9	-56,7	216
100	16,8	-53,1	218
200	22,9	-56,6	223
300	24,2	-56,4	221
400	23,7	-54,2	22
Красные чернила			
33	36,9	-10,9	324
50	42,2	-7,2	331
100	52,6	28,8	0
200	54,6	28,6	0
300	53,9	31,9	360
400	54,5	35,1	4

Печать выполняли на промышленном текстильном плоттере MS JPK активными чернилами серии RCS (cyan, magenta, yellow, black, blue, red). Анализ показателя цветового тона  $H$  показал, что при варьировании параметров цифровой настройки изображения изменения цветового тона в целом носят ограниченный характер: для жёлтых чернил  $H$  изменялся в диапазоне 43–52, для красных –0–7, для синих –223–229, что указывает на относительно стабильное сохранение тональности при изменении яркости, контрастности и масштаба цифрового аналога.



**Рисунок 4** – Влияние параметров цифровой настройки изображения на цветовые характеристики  $L$  хлопчатобумажного сатина с цифровой печатью, где: 1–бледно–красные (оранжевые) чернила, 2–красные чернила, 3– синие чернила.

На рисунке 4 представлены зависимости параметров настройки цифрового изображения печатного рисунка на показатель  $L$  (светлота, %). Определены зависимости цветовых характеристик цвета печатного рисунка, полученного на текстильном плоттере с использованием прямой печати активными чернилами от параметров настройки цифрового изображения (масштаба, яркости, контраста). Установлена линейная зависимость с высоким коэффициентом аппроксимации ( $R^2$  более 0,9). Полученные зависимости позволяют прогнозировать колористические характеристики печати активными красителями на

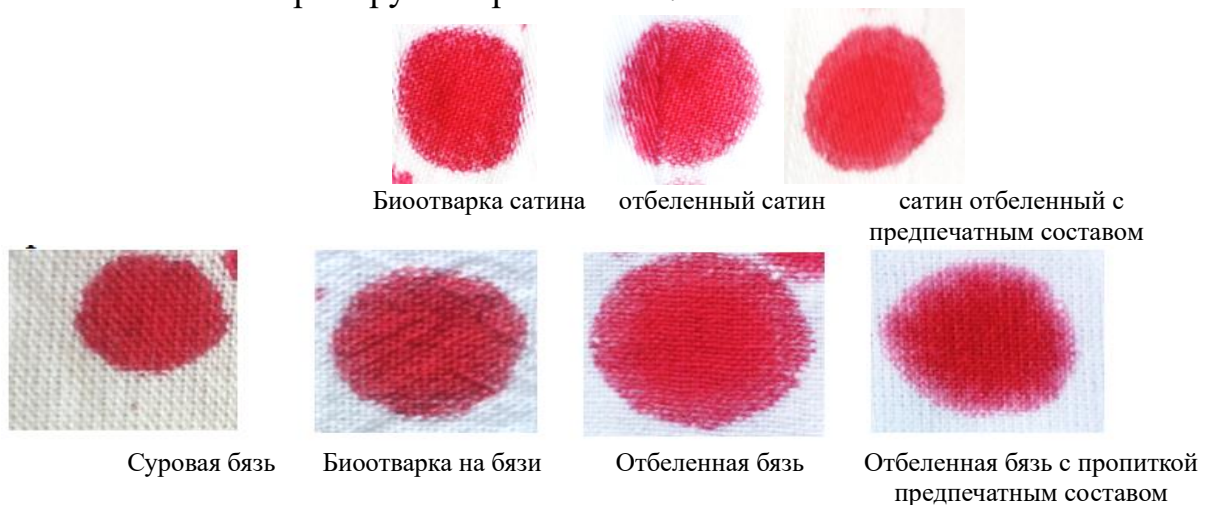
хлопчатобумажных тканях без выполнения дополнительных пробных отпечатков, что сокращает расход красителей и повышает технологическую эффективность цифровой печати.

В таблице 4. приведён сравнительный анализ цветовых характеристик цифрового аналога и отпечатков, выполненных на бумажном носителе и на хлопчатобумажной ткани при одинаковом уровне белизны материалов (80%). Представленные данные демонстрируют, что переход от цифрового аналога к реальному отпечатку сопровождается изменением координат  $a^*$  и  $b^*$  и, как следствие, изменением  $\Delta E$ , что обусловлено совокупным влиянием свойств носителя (бумага/ткань), оптических характеристик подложки и особенностей взаимодействия активных чернил с целлюлозным субстратом.

**Таблица 4** - Сравнительный анализ цветовых характеристик цифрового аналога и материалов с печатным рисунком активными чернилами (бумага, хлопчатобумажная ткань), белизна бумаги и ткани 80%.

Цвет	Аналоговое изображение				Печать на бумажном носителе				Прямая печать чернилами на хлопчатобумажной ткани			
	L	a	b	H	L	a	b	H	L	a	b	H
Фиолетовый	34	71	-106	256	26	19	-25	263	25	19	-31	252
Голубой	50	6	-81	212	51	-10	-33	200	43	5	-40	214
Желтый	97	-15	103	60	70	13	71	41	84	-9	63	53
Алый	63	92	30	336	42	52	7	342	38	47	4	341
Зеленый	83	-121	56	143	44	-30	16	140	53	-19	13	123

С учётом особенностей струйной печати, где изображение на ткани формируется дискретным нанесением капель, ключевым фактором качества отпечатка является контролируемое растекание.



**Рисунок 5** – Фото капель активных чернил на хлопчатобумажной ткани (сатин, бязь) с геометрическим приращением при растекании.

Управление растеканием капли возможно, во-первых, за счёт применения предпечатных композиций (праймеров), содержащих связующие и полимерные

компоненты, изменяющие капиллярные свойства поверхности и повышающие удержание капли, и, во-вторых, за счёт выбора режима подготовки ткани, формирующего требуемые значения капиллярности (мм/ч) и времени впитывания (с). Фотографии каплей активных чернил на хлопчатобумажной ткани (сатин) при различных состояниях подготовки (рисунок 5) подтверждают, что степень растекания и геометрическое приращение печатного элемента зависят от гидрофильности и капиллярных характеристик материала, а также от наличия предпечатной пропитки. Задача печатания при помощи струйной прямой печати активными чернилами состоит в исключении растекания, в обеспечении стабильности капли чернил на поверхности материала. В настоящей работе эту задачу решали комплексно: путем как нанесения специальных предпечатных составов, и создания требуемой оптимальной капиллярности и впитываемости. Согласно рекомендациям, сформулированным специалистами производства, оптимальные значения капиллярности составляют 95-100 мм /час при впитываемости не менее 1 сек. Поэтому на первом этапе работы оценено влияние биоотварки на качественные свойства хлопчатобумажного сатина. Биоотварку проводили на эжекторной машине при температуре 37 – 45 °С в течение 60 минут с применением композиции кислых амилаз и пектиназ (концентрация 2 г/л).

Ниже приведены обобщающие сравнительные данные, демонстрирующие преимущества биоотварки с точки зрения сохранения массы (%) и прочностных характеристик ткани (на разрыв) при этом обеспечивается требуемая капиллярность (таблица 5). Нами показано, что биоотварка селективно удаляя технологические загрязнения и частично сопутствующие примеси, приводит к повышению белизны, впитываемости, капиллярных свойств, мягкости (снижению жёсткости).

**Таблица 5** - Сравнение технических свойств хлопчатобумажного сатина, различного способа подготовки

Обработка ткани	Потеря веса, %	Капиллярный подъем капли чернил, мм				
		10 с	20 с	30 с	40 с	50 с
Биоотварка	1,89	20	26	28	31	35
Щелочная отварка	4,92	24	27	32	34	37
Одностадийное беление	3,95	21	25	30	32	36
Двухстадийное щелочно-перекисное беление	6,34	35	39	44	48	59

**Таблица 6** - Изменение прочностных свойств хлопчатобумажной ткани (сатин) в процессе биоотварки и химических способах подготовки

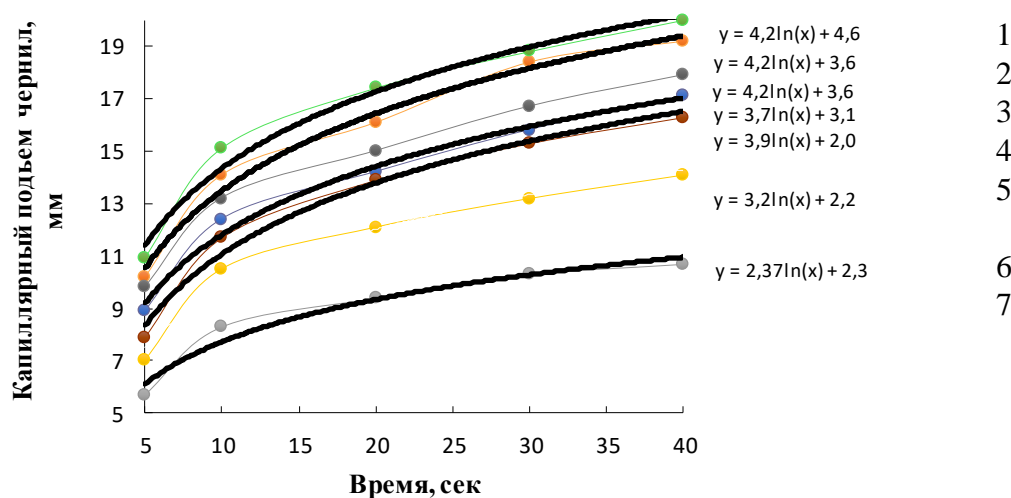
Ткань	Белизна, % ± 1,0	Прочность основы, Н	Прочность утка, Н	Удлинение, %
Контрольный (суровая ткань)	47,9	46	36	10
Биоотварка	57,1	44	35	12

Окончание таблицы 6

Щелочная отварка	49,9	36	32	15
Двухстадийный щелочно-перекисный способ подготовки	85,2	32	31	14

**Таблица 7** - Сравнительные результаты щелочной отварки хлопчатобумажной бязи и биоотварки кислыми ферментами на качество подготовки.

Обработка	Потеря веса (%) $\pm 0,1$	Белизна, % $\pm 1,0$	Смачиваемость (впитываемость, сек) $\pm 1,0$	Капиллярность (мм) $\pm 2,0$
Суровая бязь	–	36,34	0,0	0
Щелочная отварка	4,61	48,5	5,0	132
Расшлихтовка амилазами	1,32	45,7	Более 30	50
Биоотварка (амилазы, пектиназы)	3,45	51,3	3,7	123



**Рисунок 6** – Кинетика капиллярного впитывания активных чернил (мм/сек) хлопчатобумажными тканями после биоотварки с использованием композиции кислых гидролаз, где: 1- сатин, 2-диагональ, 3-молескин, 4-миткаль, 5-рогожка, 6- бязь, 7-шифон.

Сравнительные результаты щелочной отварки хлопчатобумажной ткани и биоотварки кислыми ферментами на качество подготовки, приведены в таблице 6. Контроль проводился без фермента при тех же условиях, что и для ферментативной обработки. Нами показано, что удаление натуральных флавоновых пигментов, ответственных за пожелтение хлопка-сырца, эффективно достигается на стадии биоотварки и превышает уровень щелочной отварки. Так белизна ткани после биоотварки повышается с 36 до 51 %. Это обеспечивается за счёт нарушения структуры пектиново – липидного – белкового слоя веществ к которым присоединены природные пигменты.

**Таблица 8** - Технические свойства хлопчатобумажных тканей до и после ферментативной биоотварки и двухстадийного щелочно – перекисного беления

Ткань	Капиллярность мм/час	Капиллярность, мм/сек	Смачиваемость суровой ткани, с	Смачиваемость, с	Мягкость, % (по углу провисания)
Миткаль	100/148	8/11	Более 60	4/<1	79/15
Диагональ	105/128	5/14	Более 60	3/<1	70/78
Поплин	110/145	8/14	55	4/<1	95/96
Шифон	100/135	5/9	58	6/<1	98/100
Бязь	100/138	7/10	Более 60	6/<1	94/95
Сатин	110/142	10/15	55	3/<1	98/98
Рогожка	100/130	7/11	Более 60	5/<1	60/65
Молескин	105/145	9/13	54	4/<1	70/74

\*в числителе дроби- показатель после биообработки, в знаменателе-после беления

Деградация и растворение пектинов дестабилизируют первичную стенку и способствуют удалению гидрофобных триглицеридов и восков, что приводит к увеличению водопоглощения. Эти структурные изменения на поверхности хлопковых волокон выявляют больше полярных гидроксильных групп целлюлозы и повышают гидрофильность, что является важным фактором для улучшения водопоглощения подготовленных тканей, а также сорбции и фиксации активных чернил при печати. Текстильный материал после биоотварки приобретает требуемую капиллярность, ограниченную впитываемость, сохраняет высокие прочностные свойства и истирание, но не приобретает белизну, что сказывается на цветообразовании в результате последующей цифровой печати.

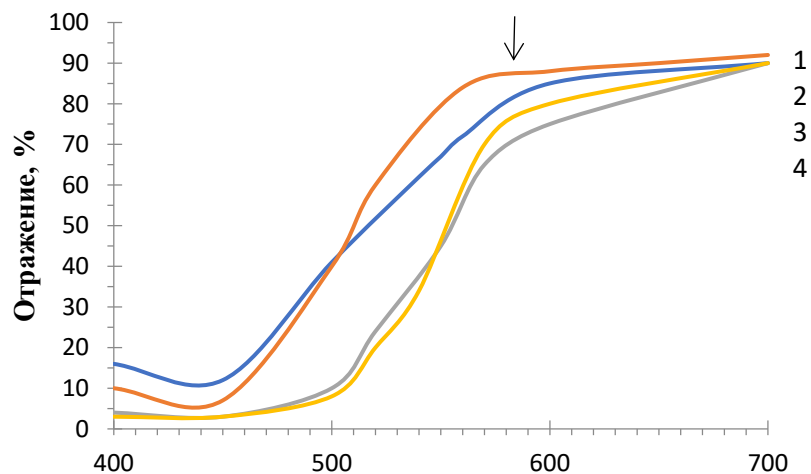
**Таблица 9** - Цветовые характеристики хлопчатобумажной бязи с моделированием цифровой печати (метод капли) чернилами (активным голубым).

Обработка	K/S (640 нм) ± 0,45	L* ± 0,90	a* (-) ± 0,48	b* (-) ± 1,12	H ± 1,51	ΔE
Щелочная отварка, 100 °С	4,91	46,7	4,97	25,02	258,67	–
Биоотварка, 40-50° С	5,32	45,8	4,96	25,55	258,97	0,75
Одностадийное беление	3,98	41,2	-4,0	-38,2	-	2,99

Значения представляют собой среднее значение для трех повторов ± SD (стандартное отклонение). Одинаковые признаки вне 5%. Оценено влияние концентрации щелочного реагента на показатель интенсивности цвета, выражаемый как функция K/ S (Функция Кубелки - Мунка). (таблица 9). Нанесение предпечатного состава производили в лабораторных условиях, методом пропитки при температуре 20 °С с последующим отжимом на лабораторной установке и сушкой в сушильном шкафу при 100°С, цифровая печать - капельным способом с применением промышленных чернил. Установлено, что биоотварка позволяет снизить концентрацию загустителя в предпечатном составе до 50г/л. Таким образом состав для предпечати должен

содержать не варьируемые нами компоненты: мочевины - 100 г/л, Лудигол - 5 г/л, а также в г/л:  $\text{NaHCO}_3$  – 30 г/л, загуститель альгинат натрия 50 – г/л. Большая концентрация загустителя видимо отрицательно влияет на диффузию красителя и связывание активного красителя с целлюлозой.

На примере спектральных кривых для различных активных чернил видно, что способ подготовки влияние не только на интенсивность цвета капли, но и положение характеристического максимума. Можно отметить, что при подготовке путем щелочной отварки наблюдается смещение максимума в коротковолновую область, что видимо связано и растеканием полифенолов лигнина «галочки» по текстильному материалу в результате перевода в растворимую форму, а также модификацией красящих веществ хлопка в щелочной среде.



**Рисунок 7** – Спектры отражения хлопчатобумажной сатины, различных способов подготовки с печатью (капельный метод) активными чернилами Orange Kiiian Digital (где: 1- двухстадийное беление, 2- печать пигментами, 3- расшлихтовка и одностадийное беление, 4- биоотварка).

Печать (капельный модельный способ) с использованием промышленных чернил RCS Orange и RCS для тканей различных структур (переплетений) и поверхностной плотности, показала существенные различия в показателях цвета (L, a, b, ΔE) и устойчивости печатного рисунка к трению в зависимости от способа подготовки (таблице 10). Анализ данных таблицы показывает, что эффект биоотварки по снижению растискивания проявляется неодинаково и зависит от структуры ткани; наиболее выраженный технологический эффект по сравнению с традиционным щелочно-перекисным белением получен для тканей типа бязь, рогожка, молескин и сатин.

В дальнейшей части работы проведена оценка эффективности применения интенсифицирующих добавок в составе предпечатной композиции. Наиболее проблемными при печати целлюлозных текстильных материалов считаются красители бирюзовых марок, представителем которых является активный бирюзовый 23Т. Известно, что степень фиксации бирюзового 23Т в запарных способах обработки ниже, чем у многих активных красителей.

**Таблица 10** - Сравнительные результаты цветовых характеристик и геометрических размеров капли активных чернил (RCS Orange Kiian Digital) на хлопчатобумажных тканях различных структур

Образец	Технология подготовки	L,% Светлота	a +краснее/ -зеленее	b +желтое/ -синее	ΔE	Устойчивость к трению	
						Сухому	Мокрому
Сатин	1*	17,9	39,2	27,6	33,3	4/4	4/3
	2*	33,5	51,9	47,0	16,8	4/3	3/3
Молескин	1	27,6	50,5	40,7	21,5	4/4	4/3
	2	28,0	48,5	40,9	20,1	4/3	3/3
Диагональ	1	28,6	51,5	41,9	21,0	4/4	4/3
	2	29,5	49,1	41,0	19,2	4/3	3/3
Бязь люкс	1	22,5	44,5	34,0	26,4	4/4	4/3
	2	27,9	50,7	41,0	21,3	4/3	3/3
Шифон	1	32,5	54,0	46,3	19,2	4/4	4/3
	2	37,3	53,8	50,6	16,6	4/3	3/3
Бязь п15	1	28,9	50,4	42,2	20,0	4/4	4/3
	2	31,8	54,4	42,8	20,6	4/3	3/3
Рогожка	1	23,7	45,9	35,6	25,0	4/4	4/3
	2	34,1	52,3	46,3	16,9	4/3	3/3
Миткаль	1	28,1	51,0	41,3	21,2	4/4	4/3
	2	28,8	51,8	42,1	20,9	4/3	3/3
Бязь п13	1	26,7	49,4	39,6	22,1	4/4	4/3
	2	25,5	48,1	38,1	23,1	4/3	3/3
Образцы без предварительной пропитки	1	54,5	25,4	32,1	23,5	3/2	3/2
	2	46,1	22,5	18,2	34,3	2/3	2/3
Образец для сравнения, традиционная печать	-	44,0	38,8	48,3	0	5/5	5/5

\*1-биоотварка на эжекторе, 2-щелочно-перекисное двухстадийное беление на ЛОБ

В связи с этим, именно этот краситель был выбран в качестве объекта исследования. В качестве загущающего агента в предпечатной композиции был использован альгинат натрия. Показано, что введение катионных и амфолитных ПАВ способствует повышению сорбционной способности волокна и улучшению условий фиксации анионных молекул активного красителя, что выражается в росте показателя интенсивности окраски и улучшении эксплуатационных характеристик отпечатка.

**Таблица 12** - Влияние предпечатного состава на технические результаты печати чернилами на основе активного бирюзового 23Т.

Рецептура	Устойчивость окрасок, балл		
	Стирке №1	поту	Сухому трению
Без предпечатной пропитки, отбеленный сатин	4/4/4	4/4/4	5/4
Каустамин 15, отбеленный сатин	4/3/4	4/4/3	4/4
Каустамин 15, (1:1 с H <sub>2</sub> O Рузин14 и, отбеленный сатин	4/4/4	4/4/4	4/4
Каустамин 15, (1:1 с H <sub>2</sub> O, Рузин14 и), биоотварка сатина	4/4/4	4/4/4	4/4

**Таблица 13** - Колористические показатели окрасок при печатании растворами чернил на основе активного бирюзового 23Т на модифицированных текстильных материалах

Пропиточный предпечатный состав	образец	Цветовые характеристики			
		K/S	a (- зеленее)	b (-синее)	L,% Светлота
Без катионизации, Отбеленный сатин		2,85	-23,8	-22,8	81,0
Каустамин 15 (5 г/л), отбеленный сатин		5,91	-24,6	-24,8	60,4
Каустамин 15 (1:1 с H <sub>2</sub> O) Рузин14, отбеленный сатин		5,92	-24,8	-22,6	61,1
Каустамин 15 (1:1 с H <sub>2</sub> O) Рузин14. Биоотваренный сатин		6,01	-25,1	-25,0	60,2

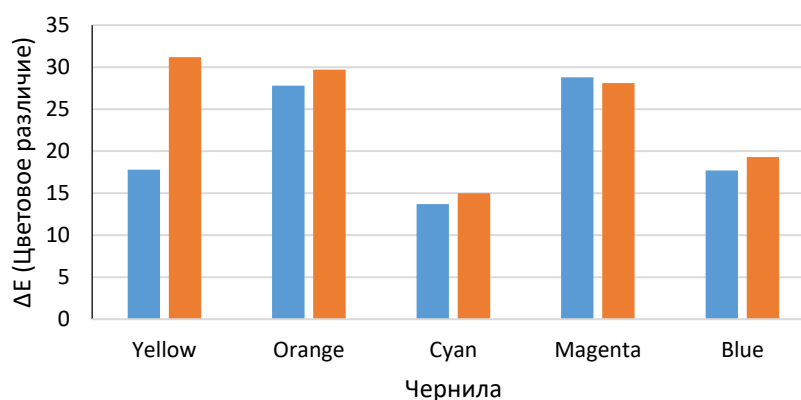
Наиболее высокие технические результаты печати получены при использовании амфолитного ООКМ-7 и катионного Кватамина КМ-10, обеспечивающих наибольший прирост интенсивности окраски и удовлетворительные показатели устойчивости к стирке и поту (таблица 12,13). Повышение интенсивности окраски объясняется электростатическим взаимодействием катионных групп полиэлектролитов с анионными реакционноспособными группами активных красителей, что способствует увеличению степени их сорбции и фиксации на целлюлозном субстрате.

Проведены исследования и анализ эффективности применения катионных полиэлектролитов (КПЭ) совместно с акриловыми полимерами в процессе модифицирования хлопчатобумажной ткани под цифровую печать активными красителями. Выявлено, что такие составы повышают показатели интенсивности окраски в 1,2 – 1,5 раза. Предполагаем, что наблюдаемый прирост интенсивности окраски печатного рисунка связан с эффектом ламинирования поверхности на стадии сушки и фиксации (таблица 14).

**Таблица 14** - Технические результаты печати хлопчатобумажной бязи.

ПАВ	Концентрация ПАВ, г/кг	Альгинатная загустка			
		Интенсивность окраски, К/S, ед.	Изменение интенсивности окраски $\Delta$ К/S, %	Устойчивость окрасок, балл, к	
				Стирке №1	Поту
-	-	17,5	-	4/4/3-4	4/3/4
Инкор-11	0,3	20,8	18,9	5/4/4	4/4/4
	0,5	19,9	13,7	5/4/4	4/4/4
ООКМ-7	0,3	22,8	30,3	4/5/5	4/4/4
	0,5	22,9	30,6	4/4/4	4/4/4
Квата-мин КМ-10	0,3	22,8	30,3	4/5-4/4	4/4/4
	0,5	24,7	41,1	4/5-4/4	4/4/4

В данной главе проведены производственные сравнительные испытания пигментной цифровой струйной печати и печати активными чернилами с использованием оптимизированного состава для предпечати, который содержал оптимальную пониженную концентрацию загустителя и катионирующий препарат. Получены диаграммы цветового охвата. В ходе проведенных экспериментов на промышленном оборудовании доказано, что использование операции подготовки текстильного материала путём низкотемпературной биоотварки с применением кислых амилаз и пектиназ обеспечивает получение печатного рисунка с большим цветовым охватом и различием ( $\Delta E$ ), в сравнении с печатью пигментными чернилами. Формируемая окраска имеет более интенсивный цвет, богатую цветовую гамму за счёт минимизации растекания капли чернил, сохранения природной окраски хлопкового волокна и фиксации активного красителя на целлюлозе хлопка. Полученные результаты могут служить основой для рекомендаций технологий биоотварки как способа подготовки под цифровую печать активными чернилами для получения грунтовых «застилистых» рисунков, а также рационализации работы отделочных производств за счёт исключения химических технологий беления и внедрения цифрового оборудования.

**Рисунок 8** – Сравнительные результаты по цветовому различию для тканей различного способа подготовки с цифровой печатью активными чернилами.

На рисунке 8. приведены сравнительные результаты по цветовому различию  $\Delta E$  для тканей различного способа подготовки с цифровой печатью активными чернилами, где синий столбец - подготовка по двухстадийному режиму с щелочной отваркой и щелочно - перекисным белением; красный столбец - биоотварка. В качестве эталона для сравнения применялась цифровая печать пигментными чернилами (печать на промышленном плоттере).

**Таблица 15** - Влияние концентрации пероксида в белящем составе после биоотварки на результаты цифровой печати (цветовые характеристики), полученные на хлопчатобумажном сатине-люкс.

Способ подготовки/ С пероксида водорода, г/л	а +краснее/-зеленее	б +желтее/-синее	Н	Белизна фона, % ±0,5
Суровая ткань				47,2
Красные чернила Kiiian Digital				
биоотварка	36,9	-10,9	324	57,1
1	42,2	-7,2	331	60,9
2	52,6	28,8	0	67,1
3	54,6	28,6	0	77,0
4	53,9	31,9	1	80,2
5	54,5	35,1	4	81,3

**В четвертой главе** диссертационной работы приведено технико - экономическое обоснование внедрения разработанной технологии подготовки хлопчатобумажных тканей к прямой цифровой печати активными красителями. Установлено, что замена традиционной двухстадийной схемы подготовки ткани (щелочная отварка и щелочно - перекисное беление) на низкотемпературную биоотварку без стадии беления обеспечивает устойчивое снижение производственных затрат.

Экономические расчёты показали, что относительное снижение затрат на подготовку ткани составляет около 46,7%, что соответствует экономическому эффекту 3799,4 сомони на 1000 погонных метров ткани.

Дополнительный экономический эффект достигается за счёт снижения расхода активных чернил при цифровой печати вследствие оптимизации предпечатной композиции и применения катионных и амфолитных поверхностно - активных веществ, повышающих степень фиксации красителя и интенсивность окраски. Экономия затрат на чернила составляет 2 170 – 10 850 сомони на 1000 погонных метров (при снижении расхода на 10 – 50%).

Таким образом, суммарный прямой экономический эффект от внедрения разработанных решений составляет 5969,4 – 14649,4 сомони на 1000 погонных метров ткани, что подтверждает экономическую и практическую целесообразность их применения в условиях современного текстильного производства.

## ВЫВОДЫ

1. В результате исследования обоснована возможность использования цифровых версий национальных орнаментов в технологии прямой струйной печати пигментными чернилами на хлопчатобумажных тканях; получены

опытные образцы печати на текстильных принтерах [4–А], [7–А], [12–А], [20–А].

2. Установлена зависимость между параметрами корректировки цифрового изображения орнамента контрастностью и яркостью и цветовыми характеристиками напечатанной хлопчатобумажной ткани поплин, что позволяет прогнозировать практический результат печати [11–А], [18–А], [20–А].

3. Показано, что эффективность технологии прямой струйной печати «Inkjet» активными чернилами по хлопчатобумажным тканям обеспечивается предварительной подготовкой текстильного материала, включающей биоотварку и стандартную предпечатную обработку [5–А], [6–А].

4. Впервые получены зависимости цветовых характеристик цвета печатного рисунка, полученного на текстильном плоттере с использованием прямой печати активными чернилами от параметров настройки цифрового изображения (масштаба, яркости, контраста). Установлена линейная зависимость с высоким коэффициентом аппроксимации ( $R^2$  более 0,9), позволяющие прогнозировать результат текстильной прямой печати на хлопчатобумажной ткани без создания пробного образца [10–А], [11–А].

5. Полученные зависимости позволяют более оперативно производить настройку цифрового изображения под требуемые цветовые характеристики печатного рисунка. Такой подход ускорит время исполнения заказов и позволит исключить печатание цветопроб на материале, что соответственно снизит расход ткани и загруженность оборудования [21–А], [25–А].

6. Экспериментально подтверждена эффективность применения новых амфолитных и катионных поверхностно-активных веществ в составе предпечатной композиции для интенсификации цифровой печати целлюлозных тканей активными красителями; определены рациональные концентрационные параметры их использования [8–А], [9–А], [26–А].

## РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты диссертационного исследования рекомендуются для использования на предприятиях лёгкой и текстильной промышленности, осуществляющих подготовку, отделку и прямую цифровую печать хлопчатобумажных тканей активными красителями. Для повышения качества печати целесообразно применять ферментативную биоподготовку и катионную обработку тканей, обеспечивающие улучшение поверхностных свойств материала, повышение степени фиксации красителя, интенсивности окраски и устойчивости напечатанного рисунка.

При подготовке цифрового изображения к печати рекомендуется учитывать установленные зависимости между параметрами изображения контрастностью, яркостью и масштабом и цветовыми характеристиками напечатанной ткани. Это позволяет предварительно прогнозировать результат печати, сократить количество пробных образцов, снизить расход ткани и уменьшить загрузку печатного оборудования.

В производственных условиях рекомендуется использовать предпечатные композиции с амфолитными и катионными поверхностно-активными веществами, способствующими улучшению распределения красителя, стабильности цветопередачи и яркости печатного рисунка. Полученные результаты могут быть применены при разработке технологических регламентов, технологических карт и производственных инструкций по цифровой печати хлопчатобумажных тканей.

Материалы исследования рекомендуется использовать в образовательном процессе при подготовке специалистов в области технологии текстильных материалов, отделки тканей, цифровой печати и текстильного дизайна, а также при выполнении лабораторных, курсовых, выпускных и научно-исследовательских работ студентов.

Дальнейшее развитие данного направления связано с изучением влияния предложенных методов на другие виды целлюлозосодержащих тканей, различные составы активных красителей, технологические режимы и производственные условия, а также с применением цифровых методов прогнозирования качества печати и моделирования колориметрических показателей.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и ВАК РФ:*

**[1-А] Юсупова Ш.А.** Эволюция национальных текстильных абровых орнаментов и современные их цифровые версии для печати на хлопчатобумажных тканях / Ш.А. Юсупова, А.В. Чешкова, К.А. Лапина // Научный журнал «Дизайн и технологии» № 91-92 (133-134). 2022г. РГУ им. А.Н. Косыгина. Москва. С. 20-30. ISSN 2076-4693.

**[2-А] Юсупова Ш.А.** Влияние подготовки цифрового изображения на результат струйной печати на текстильном плоттере активными чернилами / Е.А. Лапина, А.В. Чешкова, Ш.А. Юсупова, М.Д. Штуканов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности №2, 2024. Санкт-Петербург. ISSN 0021-3489. DOI: 10.46418/0021-3489\_2024\_66\_02\_13 С.74-77.

**[3-А] Юсупова Ш. А.** Влияние подготовки хлопчатобумажных тканей на качество цифровой прямой струйной печати активными чернилами / Е. А. Лапина, Ш. А. Юсупова, А. В. Чешкова, З.А. Яминзода, М.Д. Штуканов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. -2025. -№ 1 (415). - С. 152-158. -DOI: 10.47367/0021-3497\_2025\_1\_152. (Скопус)

**[4-А] Юсупова Ш.А.** Традиционные таджикские орнаменты и узоры иката в современном текстиле: сочетание культурного наследия в цифровых технологиях / А.С. Умарова, Ш.А. Юсупова // Вестник Технологического университета Таджикистана. № 1 (60) 2025. -С. 92–97. -ISSN 2707-8000.

**[5-А] Юсупова Ш.А.** Разработка состава для предварительной катионизации целлюлозной ткани перед цифровой печатью активными красителями / Ш.А. Юсупова, О.И. Одинцова, З.А. Яминзода, О.В. Козлова, Ш

Анушервони. // Вестник Технологического университета Таджикистана. -2025. - № 3 (62). -С. 94-102. -ISSN 2707-8000.

**[6-А] Юсупова Ш.А.** Применение амфолитных поверхностно-активных веществ для интенсификации цифровой печати активными красителями по хлопчатобумажным тканям / Ш.А. Юсупова, О.И. Одинцова, З. А. Яминзода, О. В. Козлова, Ш Анушервони. // Вестник Технологического университета Таджикистана. 3 (62)2025. - С. 102-112. - ISSN 2707-8000.

**[7-А] Юсупова Ш.А.** Влияние подготовки хлопчатобумажных тканей на качество цифровой прямой струйной печати активными чернилами / Е.А. Лапина, Ш.А. Юсупова, А.В. Чешкова, З.А Яминзода, М.Д. Штуканов// Изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности. - 2025. - № 1(415). -с. 152-157. DOI 10.47367/0021-3497\_2025\_1\_152. ISSN 0021-3497. (Скопус)

**[8-А] Юсупова Ш.А.** Современные методы цифрового проектирования для создания орнаментов и икатов в таджикском текстиле. / Ш.А. Юсупова// Вестник Технологического университета Таджикистана. 1(64)2026 -С. 99-105. ISSN 2707-8000.

***Статьи и материалы в других журналах:***

**[9-А] Юсупова Ш.А.** О валянии кошем как отрасли ремесленной деятельности таджиков / Ш.А. Юсупова // Вестник Технологического университета Таджикистана (Серия гуманитарных наук и профессиональной педагогики). 1(3) 2019. - С. 123-126.

***Статьи в материалах конференций:***

**[10-А] Юсупова Ш. А.** Хусусиятҳои либоси мардонаи анъанавӣ ва камарбанди тоҷикони кӯҳистон / Ш. А. Юсупова, А. С. Умарова., М. Р. Азимова // Маҷлиси конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ «Амалигардонии саноаткунӣ босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун ҳадафи ҷоруми стратегияи миллӣ. - Душанбе, 2021. - Ҷ. 2. - С. 301 - 307.

**[11-А] Юсупова Ш. А.** Бофти хунароҳои халқӣ ва аҳамияти эҳёи онҳо дар шароити Тоҷикистони соҳибхӯшӣ / Ш.А. Юсупова, А.С. Умарова, М.Р. Азимова // Маҷлиси конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ «Амалигардонии саноаткунӣ босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун ҳадафи ҷоруми стратегияи миллӣ. - Душанбе, 2021. - Ҷ. 2. С.- 341 -343.

**[12-А] Юсупова Ш.А.** Анъанаҳои минтақавӣ дар маданияти либос. / Ш.А. Юсупова // Маҷлиси конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ «Ҳамбастагии илм бо истеҳсолот дар раванди саноаткунӣ босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон»- Душанбе, 2022. - Ҷ. 1. С.- 101-106.

**[13-А] Юсупова Ш. А.** Цифровая модификация абровых орнаментов для печати на хлопчатобумажных тканях с использованием текстильных принтеров / Ш.А. Юсупова // Материалы международной научно-практической конференции «Отечественный и зарубежный опыт при подготовке высококвалифицированных кадров для промышленных предприятий»-Ташкент, 2022. - Ҷ. 2. С - 119 - 122.

**[14-А] Юсупова Ш. А.** Дизайн будущего: одежда - трансформер / Ш.А. Юсупова, А.С. Умарова, М.Р. Азимова // Материалы республиканской научно-

практической конференции «Взаимосвязь науки с производством в процессе ускоренной индустриализации Республики Таджикистан» 2022 г.-Душанбе, Ч. 1. С. - 48-49.

**[15-А] Юсупова Ш.А.** Цифровые технологии печати для воспроизведения русских ситцев 1880-1920 гг. / Ш.А. Юсупова, А.В. Чешкова, З.А. Яминзода, А.С. Умарова//Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с участием молодых ученых «Инновационные материалы и технологии в дизайне» - Санкт-Петербург, 2023. - С. 72-75.

**[16-А] Юсупова Ш.А.** Народные промыслы и их возрождение в Таджикистане / Ш.А. Юсупова// Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий» (Материаловедение - 2023). - Казань : Изд-во КНИТУ, 2023. - С. 35 - 36. - ISBN 978-5-7882-3330-7.

**[17-А] Юсупова Ш.А.** Этнокультурные традиционные бесшовные таджикские ткани икат с применением цифровой печати / Ш.А. Юсупова // Материалы международной конференции «Роль дуального образования в подготовке высококвалифицированных кадров для отраслевых предприятий» - Ташкент: ТИТиЛП, 2023.- С. - 313-115.

**[18-А] Юсупова Ш.А.** Этнографическое исследование традиционных техник текстильного ремесла в Таджикистане: анализ ткацких узоров, орнаментов, иката и инновационные подходы в контексте цифровой технологии / Ш.А. Юсупова // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием. -Москва: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2024. - Ч. 1. - С. 317 - 321. - ISBN 978-5-00181-572-3.

**[19-А] Юсупова Ш.А.** Практика цифровой печати на тканях с применением текстильных плоттеров / А. В. Чешкова, Е. А. Лапина, А. С. Умарова, Ш.А. Юсупова // Материалы международной научно-практической конференции «Эффективность соотношения науки с производством в условиях ускоренной индустриализации» - Душанбе. 2024. - С. 143-152.

**[20-А] Юсупова Ш.А.** Оптимизация прямой цифровой печати на хлопчатобумажных тканях / А. В. Чешкова, Е. А. Лапина, З. А. Яминзода, Ш. А. Юсупова // Материалы международной конференции «Научное сотрудничество в евразийском пространстве: цифровизация и модернизация промышленности с применением искусственного интеллекта». - Душанбе, 2025. - С. 205-212.

**[21-А] Юсупова Ш.А.** Цифровая трансформация текстильной промышленности Таджикистана: между традицией иката и современными технологиями / Ш.А. Юсупова // Материалы международного форума «Научное сотрудничество в Евразийском пространстве: цифровизация и модернизация промышленности с применением искусственного интеллекта»- Душанбе, 2025. - С. 219–220.

**[22-А] Юсупова Ш.А.** Инновационные методы подготовки специалистов по национальным тканям в условиях цифровизации в системе государственного управления / А.С. Умарова, Ш.А. Юсупова // Материалы республиканской

научно-теоретической конференции «Инновационные модели и механизмы государственного управления в условиях трансформации». - Душанбе, 2025. - С. 264-267.

**[23-А] Юсупова Ш.А.** Текстильная цифровая печать особенности и перспективы в таджикском текстиле / Ш.А. Юсупова // Материалы республиканской конференции «Научные инновации и изобретения в точных и инженерных науках как ключевой фактор устойчивого развития» Душанбе. - 2026 года). (в печати)

***Свидетельства на изобретение, патенты и акты внедрения:***

**[24-А] Юсупова Ш.А., Яминзода З.А., Чешкова А.В., Одинцова О.И., Анушервони Ш.** Способ предварительной катионизации целлюлозной ткани для цифровой печати активными красителями. Малый патент. № 2502114. Оpubл. 16.06.2025 г.

**[А-25] Юсупова Ш.А.** АКТ производственных испытаний цифровой печати оригинальных орнаментов “Икат” активными красителями на текстильном принтере. ОАО “Самойловский текстиль” (г. Иванова) 23.08.2023.

**[А-26] Юсупова Ш.А.** АКТ внедрения результатов научно - исследовательской работы по экспериментальной печати на хлопке сатинового плетения были успешно реализованы уникальные орнаменты, созданные с помощью программного обеспечения Inkscape. Разработанные цифровые версии паттернов не потребовали дополнительной корректировки со стороны специалистов производства. Для создания бесшовного орнамента использовались паттерны «Икат» в двух вариантах: белоземельные (с площадью рисунка до 50 %) и «грунтовые» (с 100% покрытием поверхности ткани). ООО “Пилаи точик” г. Душанбе Исомуддинов М.Б. 20.09.2025.

**Список использованной литературы:**

[1]. Гранатович Н. Н., Тараканов М. К., Кричевский Г. Е. Разработка технологии эффективной подготовки текстильных материалов под цифровую печать активными красителями с применением катионных препаратов / Н. Н. Гранатович, М. К. Тараканов, Г. Е. Кричевский // Научный альманах: специальный выпуск журнала «Текстильная промышленность». – 2006. – № 7. – С. 30–35.

[2]. Gooby B. The development of methodologies for color printing in digital inkjet textile printing and the application of color knowledge in the ways of making project / B. Gooby // Journal of Textile Design Research and Practice. – 2020. – Vol. 8. – № 3. – P. 358–383.

[3]. Javoršek D., Javoršek A. Colour management in digital textile printing / D. Javoršek, A. Javoršek // Coloration Technology. – 2011. – Vol. 127. – № 4. – P. 235–239.

[4]. Moon S., Chae Y. Quantitative analysis of the color accuracy and reproducibility in digital textile printing: Discrepancies within color reproduction media / S. Moon, Y. Chae // Textile Research Journal. – 2025. – Vol. 95. – № 9–10. – P. 1053–1069.

[5]. Гранатович Н. Н. Разработка эффективной технологии подготовки хлопчатобумажной ткани под цифровую компьютерную печать активными красителями : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.19.02. – М., 2007.

[6]. Топорищева Н. А., Мухина Е. Н., Чешкова А. В. Биохимическая технология подготовки для получения актуальных гладкокрашенных котонинсодержащих тканей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. – № 5 (389). – С. 62–68.

[7]. Джаборова Ш. Р., Топорищева Н. А., Чешкова А. В., Яминзода З. А. Перспективы ферментной экоподготовки хлопковых и полушелковых тканей для колорирования активными красителями // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2020. – № 1 (40). – С. 53–56.

[8]. Чешкова А. В., Топорищева Н. А., Коткова Т. С., Фролова О. А., Кабешов А. А. Практика получения гладкокрашенных хлопкольняных тканей с природно-окрашенным котонином // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2023. – № 6 (408). – С. 143–149.

[9]. Топорищева Н. А., Чешкова А. В., Каменева О. А., Фролова А. А. Биоотварка в технологиях получения актуальных гладкоокрашенных тканей на основе котонина льна // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 2022. – Т. 56. – № 3. – С. 20–26.

[10]. Скобова Н. В., Ясинская Н. Н. Экспериментальные исследования процесса биообработки льняных тканей // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – Вып. 25. – С. 59–63.

[11]. Ясинская Н. Н., Скобова Н. В., Котко К. А. Применение ферментных препаратов пектинолитического действия для подготовки льняных тканей к колорированию // Вестник ВГТУ. – 2018.

[12]. Tzanov T. et al. Bio-preparation of cotton fabrics // Enzyme and Microbial Technology. – 2001. – Vol. 29. – № 6–7. – P. 357–362.

[13]. Aly A. S., Moustafa A. B., Hebeish A. Bio-technological treatment of cellulosic textiles // Journal of Cleaner Production. – 2004. – Vol. 12. – № 7. – P. 697–705.

**ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**  
**ДОНИШГОҲИ ТЕХНОЛОГИИ ТОҶИКИСТОН**  
**ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ КИМИЁВИЮ ТЕХНОЛОГИИ ИВАНОВО**

***ВБД 6+004.41+778.1:677.04-035.67 (575.3)***

Бо ҳуқуқи дастнавис

***ББК 37.21+37.244***



**ЮСУФЗОДА ШАҲНОЗА АЗИЗБЕК**  
**ТАҲИЯИ ТЕХНОЛОГИЯИ МУҶАЗШУДАИ ОМОДАГӢ БА ЧОПИ**  
**БЕВОСИТАИ РАҚАМӢ БО РАНГҲОИ ФАӢОЛ ДАР МАТОӢҲОИ**  
**ПАХТАГИН**

**АВТОРЕФЕРАТИ**

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 2.11.4. Технология ва коркарди аввалияи маҳсулоти нассочӣ ва ашёи хом

Қор дар кафедраҳои технологияи маснуоти нассочии Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон ва технологияи химиявии маводи нахдори Донишгоҳи давлатии кимиёвӣю технологияи Ивановои Федератсияи Русия иҷро шудааст.

**Роҳбари илмӣ:** **Анушервони Шовалихон** - номзоди илмҳои техникӣ, дотсент, декани факултети таҳсилоти фосилавӣ ва ғоибонаи Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон

**Мушовири илмӣ:** **Чешкова Анна Владимировна** - доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи технологияи кимиёвӣю маводи нахдори Донишгоҳи давлатии кимиёвӣю технологияи Ивановои Федератсияи Русия

**Муқарризони расмӣ:** **Алеева Светлана Владимировна** - доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи масолахшиносӣ, молшиносӣ, стандартизатсия ва метрологияи Донишгоҳи давлатии политехникии Ивановои Федератсияи Русия

**Қурбонзода Бобохон Давлат** - номзоди илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи технологияҳои истехсолии Донишгоҳи инноватсионӣ ва технологияҳои рақамии Тоҷикистон.

**Муассисаи пешбар:** Донишкадаи нассочӣ ва саноати сабуки Тошканд.

Ҳимояи диссертация рӯзи 4.07.2026 соати 11:00 дар ҷаласаи Шурои диссертасионии 6D.KOA-050и дар назди Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон баргузор мегардад, суроға: 734061, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, кӯч. Н. Қарабаева, 63/3. E-mail: [6d.koa.050.tut@gmail.com](mailto:6d.koa.050.tut@gmail.com).

Бо диссертатсия ва автореферат метавонед дар сомонаи Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон шинос шавед.

Автореферат фиристода шуд.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026.

Котиби илмии Шурои диссертасионӣ,  
номзоди илмҳои техникӣ, дотсент



Олимбойзода П.

## МУҚАДДИМА

**Мубрамии мавзуи таҳқиқот.** «Саноати муосири нассоҷӣ торафт бештар технологияҳои рақамиро ба равандҳои истеҳсоли ворид менамояд, ки ин ҳолат бо зарурати баланд бардоштани самаранокии истеҳсолот, экологикунони равандҳо ва беҳтар намудани сифати маҳсулот алоқаманд мебошад» [2–4]. «Яке аз самтҳои ояндадор чопи мустақими рақамӣ бо сиёҳҳо дар асоси рангҳои фаёл ба ҳисоб меравад, ки имкон медиҳад харочоти хизматрасонии таҷҳизоти чопӣ коҳиш ёфта, ҳалли мураккаби рангию нақшӣ дар маводи нассоҷӣ амалӣ карда шавад» [1, 5]. «Бо вучуди ин, самаранокии чунин равиш аз сифати омодаسازیи ҳам тасвири рақамӣ ва ҳам худӣ матоъ вобастагии зиёд дорад» [2, 3]. «Набудани усулҳои стандартии пешгуи интиқоли ранг дар маводи нассоҷӣ ва устувории тасвир баъди чоп зарурати гузаронидани таҳқиқоти иловагиро ба миён меорад, ки ба беҳسازیи раванди омодаسازیи пеш аз чоп ва худӣ чоп равона гардидаанд» [3, 4].

Чопи рақамӣ махсусан барои матоъҳои муосири пахтагин, аз чумла сатин, поплин, бяз, молескин ва ғайра, ки аз пахтаи хушсифат бо миқдори ками ифлосҳои боқимондаи куттии тухмии пахта истеҳсол мешаванд, аҳамияти хоса дорад. «Барои рангдиҳии чунин матоъҳо таҳияи равиши нав ба равандҳои физикӣ-химиявӣ омодаسازی дар доираи истеҳсолоти пардозӣ бо дарназардошти сифати нави матои хом ва хусусиятҳои чопи рақамӣ зарур мебошад» [1, 5]. «Бо мақсади нигоҳ доштани хосиятҳои арзишманди селлюлозаи табиӣ ва моддаҳои ҳамроҳи он, аз чумла моддаҳои табиӣ рангдиҳанда, инчунин таъмин намудани гигроскопия ва хосиятҳои капиллярии зарурии мавод, ки барои чоп бо рангҳои фаёл муҳиманд, истифодаи равандҳои ферментативӣ махсусан ояндадор мебошад» [6–13]. «Омодаسازیи матоъҳои пахтагин бо истифодаи ферментҳои баландинтиқоб ва пастҳарорат яке аз роҳҳои имконпазирӣ ташаккули речаҳои кӯтоҳкардашуда, захира- ва энергиясарфақунанда ва аз лиҳози экологӣ самаранокии чоп ба шумор меравад» [6–9, 12, 13]. Усулҳои ферментативӣ омодаسازی дар технологияҳои рангкунии матоъҳо бо рангҳои фаёл ба таври васеъ омӯхта шудаанд, аммо масъалаи ташкили биотомодаسازیи матоъҳои пахтагин барои чопи рақамӣ бо сиёҳҳои фаёл ҳанӯз ба қадри кофӣ таҳқиқ нашудааст.

«Чопи рақамӣ инчунин аз параметрҳои аналоги рақамии тасвир, аз чумла контрастнокӣ, равшанӣ ва миқёс вобаста мебошад» [2–4]. «Нодида гирифтани ин омилҳо метавонад ба паст шудани сифати маҳсулоти ниҳой, коҳиши дақиқии интиқоли ранг ва устувории тасвир оварда расонад» [3, 4]. Аз ин рӯ, таҳқиқи таъсири омодаسازیи тасвири рақамӣ ба натиҷаи чоп, инчунин арзёбии роҳҳои эҳтимолии беҳтар намудани сифати чоп дар матоъҳои пахтагин тавассути тағйир додани усулҳои омодаسازیи матоъ вазифаи мубрами илмӣ ба ҳисоб меравад.

Мақсади таҳқиқоти дар кори диссертатсионӣ анҷомдодашаванда баланд бардоштани сифати чопи мустақими рақамии матоъҳои пахтагин бо сиёҳҳо дар асоси рангҳои фаёл аз ҳисоби истифодаи равиши комплексӣ мебошад, ки он аз оқилона намудани марҳилаи омодаسازیи тасвир ва марҳилаи омодаسازیи ферментативӣ дар ҳамбастагӣ бо катионизатсия, ки хосиятҳои сатҳии маводро тағйир медиҳад, иборат аст.

Ҳамин тарик, мавзуи таҳқиқот, ки ба омӯзиши таъсири оmodасозии тасвири рақамӣ ва матоъҳои пахтагин ба сифати чопи рақамӣ бо сиёҳҳои фаъл равона гардидааст, дар шароити афзоиши талабот ба маҳсулоти баландсифати насочӣ ва зарурати баланд бардоштани самаранокии экологӣ ва истеҳсоли мубрам мебошад.

**Дарачаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ.** «Дар адабиёти илмӣ масъалаҳои чопи мустақими рақамӣ дар матоъҳои селлюлозӣ бо сиёҳҳои фаъл маҳдуд ва асосан ба таври чудоғона баррасӣ шудаанд. Дар кори Н.Н. Гранатович масъалаҳои оmodасозии самараноки маводи насочӣ барои чопи рақамӣ бо рангҳои фаъл бо истифодаи препаратҳои катионӣ таҳқиқ гардидаанд» [1]. «Дар таҳқиқоти Н.А. Топорищева имкониятҳои технологияи оmodасозии ферментативии матоъҳои селлюлозадор ва таъсири он ба равандҳои минбаъдаи рангдихӣ нишон дода шудаанд» [6]. «Дар корҳои А.В. Чешкова оmodасозии ферментативӣ ҳамчун усули аз ҷиҳати экологӣ нигаронидашудаи беҳтар намудани хосиятҳои матоъҳои пахтагин, нимабрешимӣ ва котониндор пеш аз рангунӣ бо рангҳои фаъл баррасӣ гардидааст» [9]. «Н.Н. Ясинская истифодаи препаратҳои ферментии дорои таъсири пектинолитикиро барои оmodасозии матоъҳои зағирин ба рангдихӣ таҳқиқ намудааст» [10]. «Н.В. Скобова ҷанбаҳои таҷрибавии биообработкаро дар матоъҳои зағирин ва таъсири онро ба хосиятҳои маводи насочӣ баррасӣ кардааст» [11]. «Дар кори Т. Tzanov имкониятҳои биотомодасозии матоъҳои пахтагин бо истифодаи равандҳои ферментативӣ нишон дода шудаанд» [12]. «A.S. Aly коркарди биотехнологии маводи селлюлозии насочиро ҳамчун яке аз роҳҳои экологикунони истеҳсолоти пардозӣ таҳлил намудааст» [13].

Як қатор настриҳои дигар ба масъалаҳои идоракунии ранг, такроршавандагии натиҷаҳо ва пешгӯии нишондиҳандаҳои колориметрӣ дар чопи рақамии насочӣ бахшида шудаанд. «В. Gooby равишҳои методологии чопи рангаи рақамии струявӣ дар насочӣ ва истифодаи донишҳои вобаста ба рангро дар лоихакашии тасвири чопӣ таҳлил намудааст» [2]. «D. Javoršek масъалаҳои менечменти ранг дар чопи рақамии насочӣ ва мушкилоти мутобиқсозии оригинали рақамиро бо натиҷаи чоп баррасӣ кардааст» [3]. «S. Moon дақиқӣ ва такроршавандагии рангро дар чопи рақамии насочӣ, инчунин фарқияти интиқоли рангро байни воситаҳои гуногуни таҷассуми тасвир таҳқиқ намудааст» [4].

Дар баробари ин, таҳқиқоти зикршуда асосан ҷанбаҳои алоҳидаи масъалаи баррасишавандаро фаро мегиранд: модификатсияи катионии матоъҳои пахтагин, оmodасозии ферментативии матоъҳои селлюлозӣ, идоракунии ранг ва такроршавандагии отпечатка. Хусусиятҳои таъсири комплекси параметрҳои аналоги рақамии тасвир, биоотварка ва коркарди катионии матои пахтагин ба сифати чопи мустақими рақамӣ бо сиёҳҳои фаъл ҳанӯз ба таври кофӣ ошкор карда нашудаанд.

Фарқи таҳқиқоти мазкур аз корҳои қаблӣ дар он аст, ки дар он таъсири комплекси параметрҳои аналоги рақамии тасвир ва вариантҳои оmodасозии матои пахтагин, аз ҷумла биоотварка ва коркарди катионӣ, ба нишондиҳандаҳои колориметрии отпечатка муайян карда шуда, инчунин вобастагӣ ба даст оварда мешаванд, ки барои пешгӯии сифати чопи мустақими рақамӣ бо сиёҳҳои фаъл дар плоттерҳои насочӣ қобили истифода мебошанд.

**Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо), мавзӯҳои илмӣ.** Таҳқиқоти диссертатсионӣ бо Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030, Барномаи миёнамуҳлати рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2021–2025, Барномаи саноатикунони босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2020–2025, инчунин бо Концепсияи иқтисоди рақамӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 декабри соли 2019, №642 тасдиқ шудааст, робитаи мустақим дорад. Мавзуи таҳқиқот ба вазифаҳои муосирсозии технологӣ, рақамикунони равандҳои истехсолӣ, рушди саноати коркард, баланд бардоштани рақобатпазирии маҳсулоти нассочии ватанӣ ва татбиқи технологияҳои инноватсионӣ дар саноати сабук мувофиқат менамояд.

Ҳамзамон, таҳқиқот бо Стратегияи рушди иқтисоди “сабз” дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023–2037 ва Самтҳои афзалиятноки таҳқиқоти илмӣ ва илмию техникӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030 алоқаманд буда, ба истифодаи технологияҳои каммасраф, экологӣ бехатар ва рақамӣ дар оmodасозӣ ва чопи матоъҳои пахтагин равона гардидааст. Дар сатҳи муассисавӣ кор бо самтҳои илмӣ кафедраи технологияҳои маснуоти нассочии Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон ва нақшаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии донишгоҳ оид ба тақмили технологияҳои оmodасозӣ, пардоздихӣ ва чопи рақамии матоъҳои селлюлозадор бо истифодаи рангҳои фаъл вобаста мебошад.

### **ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ**

**Мақсади таҳқиқот.** Мақсади таҳқиқот омӯзиши таъсири оmodасозии тасвири рақамӣ ва хусусиятҳои матоъ ба натиҷаи чопи рақамӣ мебошад, ҳамчунин муайян намудани муносибгардонии равандҳои аналоги рақамии нақш ва усулҳои оmodасозӣ барои ба даст овардани нақшҳои босифат дар матоъҳои пахтагӣ бо истифода аз технологияҳои мувофиқ ва каммасраф мебошад.

**Вазифаҳои таҳқиқот.** Барои расидан ба ҳадафи муайяншуда, вазифаҳои зерин гузошта мешавад:

- Таҳқиқи таъсири параметрҳои асосии оmodасозии тасвири рақамӣ (муқобил, равшанӣ, андоза) ба хусусиятҳои колориметрии нақши чопшуда;
- Муайян намудани вобастагӣ байни тавсифоти рангии нақши чопшуда ва равандҳои аналогии рақамии тасвир;
- Баҳодиҳии муқоисавӣ оид ба таъсири усулҳои гуногуни оmodасозии пешакии матоъҳои нассочӣ, аз ҷумла истифодаи биокоркард бо оmodасозҳои ферментативӣ, ба сифати чопи рақамӣ бо маҳлули чопии ранги фаъл.
- Арзёбии самаранокии катионизатсияи матоъҳои нассочӣ, ки бо усулҳои гуногуни оmodасозӣ таҳия шудаанд, ва таъсири он ба тавсифи рангии нақши чопшуда; ҳамзамон, муайян кардани имкониятҳои суръатбахшии раванди чопи мустақим бо маҳлули ранги фаъл тавассути оптимизатсияи таркиби оmodасозии пешакӣ.

**Объекти таҳқиқот.** Матоъҳои пахтагии селлюлозадор мебошанд, ки барои чопи мустақими рақамӣ бо рангҳои фаъл оmodа карда мешаванд.

**Предмети таҳқиқот.** Таъсири параметрҳои асли рақамии тасвир, аз ҷумла

равшанӣ, контрастнокӣ ва миқёс, усулҳои омодаسازیи ферментативӣ ва катионӣ, инчунин таркиби композитсияи пешазчопӣ ба нишондиҳандаҳои колориметрӣ, дараҷаи собитшавии ранг ва сифати нақши чопшуда дар матоъҳои пахтагӣ мебошад.

**Асосҳои назариявии таҳқиқот** аз технологияҳои анҷомдиҳӣ барои матоъҳои насосҳои селлюлозадор ва чопи рақамии қатрагӣ иборат аст. Он тасаввуроти физикию кимиёвиро дар бораи таршавӣ, воридшавии капиллярӣ ва нигоҳдории моддаҳои рангдори обӣ дар сохтори матои пахтагӣ дар бар мегирад, ҳамчунин асосҳои кимиёи рангдорҳои фаъол ва механизмҳои мустақкамгардонии онҳо дар селлюлоза таҳлил шудаанд. Ҳамчун заминаи назариявӣ барои омодаسازیи матоъ, таъсири омодаسازیи пешакӣ, аз ҷумла биокоркардии ферментативӣ, ба гидрофилӣ, хосиятҳои сорбсионӣ ва таршавии якранги матоъ истифода шудааст, ки ин омилҳо равшанӣ ва дақиқии нақш, шиддатнокии ранг ва устувории бузургҳои рангро муайян мекунанд. Асоси назариявии истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) катионӣ, амфолитӣ ва полиэлектролитҳо бар тасаввурот дар бораи такмил (модификатсия)и заряди сатҳи селлюлоза ва тақвияти фурубарии рангдорҳои фаъоли анионӣ асос ёфтааст. Баҳодиҳии натиҷаҳои чоп бо усулҳои колориметрӣ (CIELab, ΔE, нишондиҳандаҳои шиддатнокӣ) ва таҳлили равандҳои аналоги рақамии тасвир (зиддивозехӣ, муқобил, миқёс) ҳамчун омилҳои идорашаванда баррасӣ мешаванд, ки ба такроршавии интиқоли ранг таъсир мерасонанд.

**Навгони илмӣ.** Муайян кардани вобастагӣ байни нишондодҳои тасвири рақамӣ ва хусусиятҳои рангии нақши чопшуда дар матоъҳои пахтагӣ, ҳамчунин вобастагӣ ба усулҳои гуногуни омодаسازیи матоъ, яке аз самтҳои асосии таҳқиқот мебошад. Бори аввал таъсири омодаسازیи биологӣ бо ферментҳо ба омодаسازیи пешакии матоъҳо барои чопи рақамӣ бо маҳлули рангии сиёҳрангӣ (ранги фаъол) мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст.

- Бори аввал таъсири параметрҳои нусхаи рақамии тасвир, аз ҷумла контрастнокӣ, равшанӣ ва миқёс, ба нишондиҳандаҳои колориметрии нақши чопшуда дар матоъҳои пахтагин ҳангоми чопи мустақими рақамӣ бо рангҳои фаъол муайян карда шуд.

- Таъсири усулҳои гуногуни омодаسازیи матоъҳои пахтагин, аз ҷумла биоомодаسازیи ферментативӣ ва коркарди катионӣ, ба сифати чопи рақамӣ, равшанӣ, шиддати ранг, дараҷаи фиксатсияи ранг ва устувории нақши чопшуда асоснок карда шуд.

- Вобастагии байни таркиби пешазчопӣ, ҳолати сатҳии матои пахтагин ва нишондиҳандаҳои сифати чоп муайян гардида, самаранокии истифодаи моддаҳои амфолитӣ ва катионӣ барои беҳтар намудани натиҷаи чопи мустақими рақамӣ бо рангҳои фаъол исбот карда шуд.

- Равиши технологии кӯтоҳшудаи омодаسازیи матоъҳои пахтагин ба чопи мустақими рақамӣ пешниҳод гардида, имконияти пешгӯии сифати чоп дар асоси параметрҳои тасвири рақамӣ ва усули омодаسازیи матоъ асоснок карда шуд.

**Нуқтаҳои ба химоя пешниҳодшаванда**

- Вобастагиҳои муайянгардидаи таъсири параметрҳои нусхаи рақамии тасвир, аз ҷумла контрастнокӣ, равшанӣ ва миқёс, ба нишондиҳандаҳои колориметрии нақши чопшуда дар матоъҳои пахтагин ҳангоми чопи мустақими рақамӣ бо рангҳои фаъл.

- Усули аз ҷиҳати илмӣ асоснокгардидаи оmodасозии матоъҳои пахтагин ба чопи мустақими рақамӣ бо рангҳои фаъл, ки биоомодасозии ферментативӣ ва коркарди катиониро дар бар гирифта, баланд шудани сифати чоп, шиддати ранг, дараҷаи фиксатсияи ранг ва устувории нақши чопшударо таъмин менамояд.

- Асосноккунии технологияи нақшаи кӯтоҳшудаи оmodасозии пешазчопии матоъҳои пахтагин бо истифодаи моддаҳои амфолитӣ ва катионӣ, ки ба беҳтар гардидани сифати чопи рақамӣ, баланд шудани такроршавандагии интиқоли ранг ва кам шудани хароҷоти технологӣ мусоидат менамояд.

**Аҳамияти назариявӣ ва амалии таҳқиқот.** Дар такмили донишҳо оид ба вобастагӣ байни нишондодҳои тасвири рақамӣ ва оmodасозии матоъ ба сифати чопи рақамӣ ин кор таъсиргуздор аст ва тасаввуроти илмӣ дар бораи равандҳои чопи рақамӣ дар матоъҳои насочиро васеъ менамояд. Дар таҳқиқот маълумот оид ба чопи рақамӣ дар матоъҳои пахтагӣ систематизатсия шуда, асосноккунии як равиши нави усули оmodасозӣ ба даст оварда шудааст. Мақсад на танҳо хориҷ кардани моддаҳои ҳамроҳ ва омехтаҳо ба ҳадди аксар мебошад, балки тағйир додани селлюлозаи табиӣ тавассути истифодаи равандҳои ферментативӣ мебошад, ки интиҳоби ифлоскунандагони нахи пахтаро таъмин мекунад (ҳамчунин ҳангоми ҳаҷми крахмалӣ), қисман хориҷ кардани омехтаҳои ҳамроҳи нахи пахта ва дар натиҷа нигоҳ доштани қатраҳои ранг ҳангоми паҳншавии чопи қатрагӣ бо рангкунандаҳои фаълро таъмин мекунад.

Таҳқиқот ба таҳия ва асосноккунии таҷрибавии тавсияҳо оид ба муносибгардонии нишондодҳои нусхаи рақамӣ (равшанӣ, муқобил, андоза) ва низоми оmodасозии пешакӣ барои матоъҳои пахтагӣ равона шудааст, то сифати чопи мустақими рақамӣ бо сиёҳрангҳои фаъл баланд бардошта шавад. Натиҷаҳои таҳқиқот барои татбиқи амалии технологӣ дар корхонаҳои саноати сабук ҳангоми ҷорӣ намудани усулҳои рақамии ороишӣ пешбинӣ шудаанд ва имкон медиҳанд, ки такроршавии рангсозӣ, равшании ҷузъҳои нақш ва дақиқии унсурҳои ороишӣ, ҳамчунин устувории хосиятҳои ранги чоп афзоиш ёбад, дар ҳоле ки миқдори маҳсулоти нуқсондор ва талафоти технологӣ коҳиш дода мешаванд.

Хусусияти чопи рақамии қатрагӣ дар он аст, ки тасвир тавассути татбиқи рангкунии микроқатраҳо ба матоъҳои насочӣ, ки қаблан омода шудаанд, ташкил меёбад. Ин раванд талаботи баландтарро ба ҳолати сатҳи матоъ ва сохтори шаърию ковокии он эҷод мекунад. Оmodасозии пеш аз чоп вазифаҳои нигоҳ доштани шакли матоъ дар раванди чопкунӣ, маҳдуд кардани паҳншавии қатраҳои ранг, таъмин кардани якхелагии воридшавии ранг ва баланд бардоштани сатҳи мустаҳкамшавии он дар субстратҳои селлюлозаро иҷро мекунад. Бар хилофи хамаҷаҳои чопи анъанавӣ, маҳлули қатрагии рангҳои фаъоли насочӣ маҷмуи камчаспак буда, ранг ва моддаҳои ёрирасони насочӣ, аз ҷумла моддаҳои

фаълкунандаи сатҳӣ (МФС),-ро дар бар мегирад. Аз ин рӯ, интиқоли механикии усулҳое, ки барои ҳамираҳои чопӣ таҳия шудаанд, устуворӣ ва такроршавии натиҷаро ҳангоми чоп бо рангҳои фаъл таъмин намекунад. Ин зарурат мутобиқсозии технологияи омодаسازیи пеш аз чопи матоъҳои пахтагинро бо назардошти хосиятҳои рангҳои фаъл ва талабот ба хусусиятҳои шаърии мавод муайян мекунад.

Дар доираи таҳқиқот равиши мутобиқсозӣ ва омодаسازیи пеш аз чопи матоъҳои пахтагӣ пешниҳод ва санҷиш шудааст, ки он аз ҷумла муносибгардонии речаҳои омодаسازی ва истифодаи иловаҳои таквоятдиҳандаро дар бар мегирад. Ҳадафи асосӣ баланд бардоштани сифати чопи рақамӣ ҳангоми истифодаи рангҳои стандартӣ фаъл бидуни тағйири таркиби онҳо мебошад. Натиҷаҳои бадастомада ва тавсияҳои таҳияшуда метавонанд ҳангоми таҳияи танзимҳои технологӣ барои чопи рақамӣ дар матоъҳои пахтагӣ ва ҳамчунин барои танзими равандҳо дар таҷҳизоти истеҳсоли истифода шаванд.

**Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия** бо асоснокии назариявӣ методологии таҳқиқот, интиҳоби дурусти объект ва мавзӯи таҳқиқот, истифодаи усулҳои муосири физикию кимиёвӣ, технологӣ ва колориметрии арзёбии сифати чопи рақамӣ, инчунин бо мувофиқати усулҳои истифодашуда ба мақсад ва вазифаҳои гузошташуда таъмин карда шудааст.

Эътимоднокии натиҷаҳо бо гузаронидани озмоишҳои таҷрибавӣ оид ба омодаسازیи матоъҳои пахтагӣ бо усулҳои гуногун, аз ҷумла омодаسازیи ферментативӣ, коркарди катионӣ ва истифодаи таркибҳои пешазчопӣ, инчунин бо чопи намунаҳо дар шароити истеҳсоли асоснок гардидааст. Натиҷаҳои бадастомада тавассути ченкунии нишондиҳандаҳои колориметрӣ дар низоми CIELab, муайян намудани фарқияти рангӣ, арзёбии дарачаи собитшавии ранг, устувории ранг ва коркарди омории маълумоти таҷрибавӣ санҷида шудаанд.

Асоснокии ҳулосаҳои илмӣ бо мувофиқати байни натиҷаҳои назариявӣ ва маълумоти таҷрибавӣ, такроршавии натиҷаҳо, истифодаи дастгоҳу методҳои стандартӣ таҳлил, инчунин муқоисаи маълумоти бадастомада бо натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ муҳаққиқони ватанию хориҷӣ тасдиқ мегардад. Натиҷаҳои асосии таҳқиқот дар конференсияҳои байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ муҳокима гардида, дар нашрияҳои илмӣ интишор шудаанд.

Эътимоднокии амалии натиҷаҳои диссертатсия ҳамчунин бо гирифтани патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон, гузаронидани санҷишҳои истеҳсоли ва мавҷудияти санадҳои татбиқи натиҷаҳои таҳқиқот дар фаъолияти истеҳсоли тасдиқ карда мешавад. Ин омилҳо нишон медиҳанд, ки натиҷаҳои бадастомада асоснок, санҷидашуда ва барои истифода дар технологияи омодаسازیи ва чопи рақамии матоъҳои пахтагӣ қобили қабул мебошанд.

**Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ.** Диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси 2.11.4. Технология ва коркарди аввалияи маводи хом (илмҳои техникӣ) мувофиқат мекунад ва ин мувофиқат дар бандҳои зерин ифода ёфтаанд: банди 3. Усулҳои муносибсозии равандҳои технологӣ дар асоси маҷмаи муносибат ба сифати маводи воридшаванда, равандҳои технологӣ ва маводи содиршаванда; банди 15. Асосҳои физикию кимиёвии чараёнҳои асосии

технологии коркарди маҳсулоти насосҷӣ дар истеҳсолоти пардоздихӣ; банди 16. Муаммоҳои экологии истеҳсолоти рангу пардоздихӣ ва роҳҳои ҳалли ин масъала; банди 17. Қоидаҳои асосии рангкунии (колорирования) маснуоти насосҷӣ.

**Саҳми шахсии довталаби дарёфти дараҷаи илмӣ.** Довталаб ҳадаф ва вазифаҳои таҳқиқотро муайян намуда, объекти таҳқиқот ва барномаи таҷрибаро асоснок кардааст. Шахсан, аз ҷониби довталаб омодаسازیи намунаҳои пахтагӣ дар ҳолатҳои гуногун, аз ҷумла омодаسازیи биологии ферментативӣ, анҷом дода шудааст. Таҳқиқот инчунин таҷрибаҳои ҷопро бо тағйироти равандҳои тасвири рақамӣ (равшанӣ, зиддивозеҳӣ, андоза) ва омилҳои омодаسازیи пеш аз ҷоп ба роҳ монда, ҳамзамон ченкуниҳои колориметрӣ ва таҳлили омори анҷом дода шудааст. Довталаб вобастагӣ ва муносибатҳои коррелятсионӣ байни нишондодҳои нусхаи аслии рақамӣ ва тавсифоти ранги ҷопро муайян намуда, самаранокии истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) катионӣ, амфолитӣ ва полиэлектролитҳоро барои тақвият бахшидан ба сифати ҷопи рақамии фаъол ва тақроршавии он асоснок кардааст. Ҳамчунин, тасвири хулосаҳо ва муқаррароти пешниҳодшаванда ба ҳимоя ва таҳияи матни диссертатсия низ шахсан аз ҷониби довталаб анҷом дода шудааст.

**Тасвиб ва амалисозӣ.** Маводи таҳқиқоти диссертатсионӣ дар конференсияҳои байналмилалӣ ва илмӣ-амалӣ баррасӣ ва муаррифӣ шудаанд, аз ҷумла: «Ҷорӣ намудани саноатикунони босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун чорумин ҳадафи стратегии миллӣ: мушкilot ва ҳалли онҳо» (Душанбе, 2021); «Муносибати илм бо истеҳсолот дар раванди саноатикунони босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Душанбе, 2022); «Таҷрибаи дохилӣ ва хориҷӣ дар омодаسازیи кадрҳои баландихтисос барои корхонаҳои саноатӣ» (Тошканд, 2022); «Маводҳо ва технологияҳои инноватсионӣ дар дизайн» (Санкт-Петербург, 2023); Конфронси умумирусиягӣ бо иштироки байналмилалӣ «Материалшиносӣ» (Қазон, 2023); «Нақши таҳсилоти дугона дар омодаسازیи кадрҳои баландихтисос барои корхонаҳои соҳа» (Тошканд, 2023). «Рушди инноватсионӣ техникаӣ ва технологияҳо дар саноат» (Маскав, 2024); «Самаранокии мутаносибати илм бо истеҳсолот дар шароити саноатикунони босуръати кишвар» (Душанбе, 2024); «Ҳамкории илмӣ дар фазои Евразия: рақамисозӣ ва модернизатсияи саноат бо истифодаи зеҳни сунъӣ» (Душанбе, 2025). «Моделҳо ва механизмҳои инноватсионӣ дар идоракунии давлатӣ дар шароити трансформатсия» (Душанбе, 2025). Қисмҳои алоҳидаи диссертатсия борҳо дар ҷаласаҳои кафедраи технологияи маҳсулоти насосҷӣ ва дар ҷаласаҳои Шурои олимони Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон муҳокима гардидаанд.

Аҳамияти амалӣ ва татбиқи натиҷаҳои таҳқиқот бо ҳуҷҷатҳо ва таҷрибаҳои амалӣ тасдиқ шудааст, аз ҷумла гирифтани патент оид ба ихтироти хурд «Усули пешакӣ катионизатсия кардани матои селлюлозӣ барои ҷопи рақамӣ бо рангҳои фаъол» №2502114 (нашршуда 2025); Гузаронидани санчишҳои истеҳсолӣ оид ба ҷопи рақамии нақшҳои аслии «Атлас» бо рангҳои фаъол дар принтери насосҷӣ (ҶСК «Самойловский насосчъ», шаҳри Иваново, 2023); Татбиқи натиҷаҳои таҳқиқотӣ дар

чопи тачрибавӣ дар матои пахтагини сатинӣ бо истифодаи нақшҳое, ки дар барномаи Inkscape таҳия шудаанд (ҶСК «Пилаи тоҷик», шаҳри Душанбе, 2025).

**Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия.** Ба нашрияҳое, ки дар асоси маълумоти аз таҳқиқоти диссертатсионӣ ба даст оварда шудаанд, иборатанд аз: 6 мақола дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Комиссияи олии аттестатсионии Федератсияи Россия, 2 мақола дар маҷаллаҳо, ки дар манъбаи байналмилалии иқтибосҳои илмӣ шохис (индексатсия) шудаанд (Scopus), 14 мақола дар дигар маҷаллаҳои илмӣ, 1 патент оид ба ихтирооти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 2 санади татбиқ.

**Соҳтор ва ҳаҷми диссертатсия.** Диссертатсия тибқи талабот таҳия шудааст, ки аз муқаддима, тавсифи умумии кор, баррасии адабиёт, тавсифи объектҳо ва усулҳои омӯзиш, муҳокимаи маълумоти тачрибавӣ, ҳисобкунии самаранокии техникумро иқтисодӣ, хулоса ва рӯйхати адабиёт иборат аст. Диссертатсия аз 38 ҷадвал, 50 расм ва 124 номгӯи адабиётро дар бар мегирад.

### МУНДАРИҶАИ АСОСИИ КОР

**Дар муқаддима** аҳамияти мавзӯи таҳқиқоти диссертатсионӣ асоснок карда шудааст; ҳадаф ва вазифаҳои кор муайян гардида, объект ва предмети таҳқиқот муайян шудаанд. Навоварии илмӣ, аҳамияти амалӣ ва татбиқшавии натиҷаҳои бадастомада нишон дода шудааст. Ҳамчунин, муқаррароти пешниҳодшаванда ба ҳимоя, маълумот оид ба санҷиши таҳқиқот ва фаъолияти наشري докталаб оварда шудаанд.

**Боби якум.** «Чопи рақамӣ нисбат ба чопи гардишӣ бо қолабҳои торӣ бартари назаррас дорад, аммо талабот ба омодаسازی махсуси тасвири ороишро низ талаб мекунад. Раванди технологӣ дар принтерҳои махсуси рақамии насочӣ амалӣ карда мешавад, ки тавассути ташаккули қатрагӣ ва фавракии назоратшавандаи қабати ранг мувофиқи тамсилаи рақамӣ баландтарин қарордодазирӣ ва такроршавии тасвирро таъмин менамояд» [1-5]. Рушди бозори чопи рақамӣ дар соҳаи насоч бо сабаби талаботи бозорӣ, навовариҳои техникӣ ва татбиқи қарорҳои нави истеҳсолӣ дар саноат идома дорад. «Дар солҳои 2023–2024 чопи рақамӣ дар як марҳала дар матоҳои пахтагӣ бо истифодаи рангҳои пигментӣ ва рангҳои фаъл яке аз тамоюлҳои асосӣ гардид» [2-4]. Ҷорӣ намудани плотерҳои рақамӣ дар истеҳсолот талаб мекунад, ки имкониятҳои таҷҳизот ба тачрибаи воқеии таҷассум кардани ранг дар маводи насочӣ мутобиқ гарданд. Ин масъала махсусан ҳангоми чоп дар плотерҳои лӯлапечӣ аҳамияти калон дорад. «Танзими равандҳои тасвир тавассути омодаسازی намуна истеҳсолоти фармоиширо дароз мекунад. Аз ин рӯ, зарур аст таҳияи ҳалли технологӣ, ки имкон диҳад ин марҳала аз давраи истеҳсоли маҳсулоти рақамӣ сарфа карда шавад» [2-5].

Дар марҳилаи кунунии рушди истеҳсоли ороиши насочӣ, тамоюли афзоюндаи коҳиши ҳаҷми корхонаҳо ва муфлисшавии онҳо, ҳамзамон бо камтаҷҳизӣ ва маҳдудиятҳои техникӣ, бештар мушоҳида мешавад. Усулҳои

гуногуни истифодаи тасвирҳо дар матоъҳои насочӣ мавҷуданд, ки ба истеҳсолоти фармоишӣ ва рақамӣ татбиқ мешаванд. Чопи матоъ равандест нисбатан мураккаб, ки таҷҳизоти махсусро талаб мекунад. «Дар таърихи ҷаҳонӣ технологияҳои зиёди чопи матоъ маълуманд, аммо ҳоло дар соҳаи насочӣ талабот ба истифодаи плотерҳои махсуси насочӣ бештар ба назар мерасад» [1-5]. Яке аз бартарии назарраси технологияи чопи рақамии қатрагӣ дар истеҳсоли насочӣ набудани таъсири мутақобилаи механикӣ байни ҷузъи чоп ва матоъ мебошад, ки имкон медиҳад усул дар маводи дорои таркибҳои гуногуни нахӣ бо натиҷаҳои гуногунранг татбиқ шавад. «Сифати чопи бадастомада нисбат ба сифати чопи гардишӣ, ки дар хатҳои анҷомдиҳии пайваста амалӣ мешавад, хеле қобили муқоиса аст» [1, 5].

Бозори чопи рақамӣ дар маҳсулоти насочӣ афзоиши устуворро нишон медиҳад: ба иттилои Grand View Research, то соли 2030 ҳаҷми он беш аз 8 миллиард доллари ИМА хоҳад буд ва тахмин карда мешавад, ки то соли 2040 чоряки тамоми маҳсулоти чопии насочӣ бо усулҳои рақамӣ истеҳсол хоҳад шуд. Таҳқиқи нақшҳои таърихии матоъҳои аслий ва ҳақиқӣ, аз ҷумла тоҷикӣ ва ўзбекӣ, ки бо усули атлас офарида шудаанд, бо назардошти имкониятҳои чопи рақамии муосир аҳамияти махсус дорад. «Таҳлили манбаъҳои адабиёт зарурати таҳияи нақшҳои аслий барои чопи рақамӣ дар матоъҳои пахтагин ва инчунин интиҳоби ва муносибгардонии омодаسازی матоъҳо барои чопи рақамӣ, аз ҷумла такмил додани композитсияи пеш аз чоп бо мақсади баланд бардоштани сатҳи мустаҳкамшавии рангҳои фаъл ва гаронбаҳоро нишон медиҳад» [1, 5].

«Дар омӯзиши хусусиятҳои ташаккули тасвирҳои аналогии матоъҳо ҳангоми чопи рақамӣ дар плоттерҳои насочӣ Н.Н. Гранатович, М.К. Тараканов, Г.Е. Кричевский» [1, 5], В. Gooby [2], D. Javoršek [3], S. Moon [4], Н.А. Топорищева [6–9], А.В. Чешкова [6–9], Н.Н. Ясинская [10, 11], Н.В. Скобова [10, 11], Т. Tzanov [12] ва А.С. Aly [13] саҳми муҳим гузоштаанд.

«Таҳқиқоте, ки ба омӯзиши таъсири омодаسازی тасвири рақамӣ ва ҳолати матоъҳои пахтагин ба сифати чопи мустақими рақамӣ бо сиёҳҳои фаъл бахшида шудааст, дар шароити васеъ гардидани истифодаи технологияҳои рақамӣ дар истеҳсолоти пардозӣ, афзоиши талабот ба такроршавандагии интиқоли ранг ва баланд бардоштани самаранокии экологии равандҳои технологӣ мубрам мебошад» [1-13]. «Таҳия ва асоснок намудани речаҳои оқилонаи омодаسازی матоъ ва параметрҳои оригинали рақамӣ ба баланд шудани устувории чоп, кам гардидани масрафи захираҳо ва паст шудани талафоти истеҳсоли мусоидат менамояд, ки ин ба вазифаҳои баланд бардоштани рақобатпазирии маҳсулоти насочӣ дар шароити муосир мувофиқат мекунад» [1-6, 13].

Барои амалӣ намудани чопи рақамии струявӣ матоъҳои пахтагин пешакӣ бо таркиби пешазчопӣ коркард карда шуданд. «Коркарди матоъ бо таркиби пешазчопӣ дар дастгоҳи плюсовка бо дараҷаи фишурдабарории 70 % ва хушккунии минбаъда амалӣ карда шуд, ки дар натиҷа дар сатҳи мавод қабати функционалӣ ташаккул ёфта, шароити таъсири мутақобилаи сиёҳӣ бо субстрат яксон гардид» [1, 5].

Паҳншавии нуқтаҳои растрӣ дар чопи струявӣ ҳамчун афзоиши геометрӣ ва оптикии андозаи нуқтаҳои чопӣ зоҳир мегардад. Дар натиҷа, майдони воқеан рангшудаи мавод зиёд шуда, фосилаи байни қатраҳои ҳамсоя кам мегардад. «Ин ҳолат ба баланд шудани зичии оптикии нақши чопшуда, торикшавии тасвир, паст гардидани контрастнокӣ ва бад шудани дарки визуалии он оварда мерасонад. Дар сурати ислоҳ нашудани параметрҳои паҳншавии нуқтаҳои растрӣ ва дуруст танзим нагардидани нусхаи рақамии тасвир, натиҷаи воқеии чоп нисбат ба натиҷаи пешбинишуда ба таври назаррас ториктар мегардад» [2–4].

«Дар айни замон барои чоп дар плоттерҳо якҷанд намуди сиёҳҳои махсуси насочӣ таҳия шудаанд, ки онҳоро аз рӯйи навъи таъсири химиявӣ бо гурӯҳҳои фаъоли полимери нахҳосозандаи маводи насочӣ тасниф намудан мумкин аст: сиёҳҳои фаъл - барои матоъҳои селлюлозӣ, абрешими табиӣ ва матоъҳои вискозӣ; сиёҳҳои кислотагӣ - барои чопи мустақим дар абрешими табиӣ, капрон ва пашм; сиёҳҳои обии пигментӣ - барои матоъҳои пахтагин, зағирин ва вискозӣ; сиёҳҳои сублиматсионӣ ё дисперсӣ - барои маводҳо дар асоси нахҳо ва риштаҳои сунъии полиэфирӣ» [1-5]. «Чопи мавод дар ҳарорати 24-26 °С ва намнокии нисбии ҳаво 30–45 % амалӣ карда мешавад. Барои таъмини сифати чоп сиёҳҳо дар таркиби худ ранги фаъл, ки дар об ҳал шудааст, инчунин моддаҳои ёрирасонро дар бар мегиранд, ки устувории раванди чопро таъмин менамоянд» [1, 5].

«Маълум аст, ки суръати диффузияи ранги фаъл ба сохтори нахи селлюлозӣ аз ҳолати системаи капиллярии нахи пахта, қобилияти реаксионии селлюлоза, гидрофилнокии селлюлоза, миқдори моддаҳои муммонанд дар сатҳи он, инчунин табиати химиявии системаи хромофории ранг вобаста мебошад» [1, 5–13]. «Аз ин рӯ, дараҷаи фиксатсияи ранг дар раванди чоп то андозаи зиёд ҳам аз сатҳи омодаسازی маводи селлюлозӣ ва ҳам аз ҳолати сатҳи он вобаста аст» [1, 5–13]. «Бинобар ин, омодаسازی ва омодаسازیи пешазчопии мавод ҳамчун омилҳои муҳимтарин ва муайянкунанда дар гирифтани нақши чопии босифат интиҳоб карда шудаанд» [1, 5–13].

**Боби дуюм** дар таҳқиқот тавсифи методӣ пешниҳод шудааст, ки дар он тасвири объектҳои таҳқиқот, маводи истифодашуда, речаҳои омодаسازیи матоъҳо (аз ҷумла биокоркард), нақшаи технологӣ барои чопи мустақими рақамӣ бо рангҳои фаъл, ҳамчунин усулҳои арзёбии сифати чоп ва хосиятҳои маводи насочӣ дар бар гирифта шудаанд. Ҳамчун объектҳои таҳқиқот матоъҳои пахтагини боҳампеч бо таркиб ва таъиноти гуногун дар ҳолати хом истифода шудаанд. Тавсифи асосии техникийи онҳо (пахно, зичии сатҳӣ, шумораи нахҳо дар асос ва гашта, қувваи кандашавӣ) дар Ҷадвали 1 оварда шудааст.

**Ҷадвали 1** - Тавсифоти техникийи матоъҳо

Номгӯии матоъҳо, аз рӯйи стандарт	Паҳно, см	Зичии сатҳӣ, г/м <sup>2</sup>	Шумораи нахҳо дар 10 см		Сарбории каниши тасмаи матоъ 50×200 см, кГС, на камтар аз	
			тор	пуд	тор	пуд
<b>МАТОЪҲОИ ДУРУШТ</b>						
Суф -люкс П13	246+2,0	116+2	265+8	259+8	30	25

Суф -стандарт П15	246+2,5	140+7	228+5	215+7	28	21
Сатин-люкс Т15	231+2,5	147+7	650+13	350+11	30	20
Поплин П12	246+2,0	116+2	265+8	259+8	30	25

Барои амалӣ намудани раванди биокоркард аз композисияи ферментҳои препаратҳои турши ферментӣ истифода карда шуд. «Ҳангоми ба кор бурдани моддаҳои полисахаридии иловаҳои технологӣ, кислотаи амилазаҳо ҳамчун деструктор истифода шудаанд, ки ба гурӯҳи гидролазаҳо мансубанд ва гидролиз кардани пайвандҳои  $\alpha$ -1,4-гликозидиро дар занҷирҳои полисахаридӣ суръаташро баланд мекунанд» [6–13]. «Барои нест кардани моддаҳои пектинӣ, пектиназаҳои турши истехсоли саноатӣ истифода шудаанд, ки ин имкон медиҳад бо амилазаҳои турш якҷоя истифода бурда, таъсири биокоркардро бо роҳи тозакунии комплекси иловаҳои технологӣ бештар намояд» [6–13].

«Дар таҳқиқот моддаҳои ёрирасони насочӣ интихоб шуданд, ки дар қисматбандиҳои пеш аз чоп ва ҳангоми тағйирдиҳӣ маводи целлюлозӣ дар марҳалаҳои чопи анъанавӣ ва рангуборкунӣ бо рангҳои фаёл истифода мешаванд» [1, 5].

Ҳамчун полиэлектrolитҳои катионӣ полидиаллилдиметиламмоний хлорид (ПДАДМАХ) ва Каустамин-15 истифода шуданд. Моддаҳои фаёли сатҳӣ (МФС), ки дар таҳқиқот истифода шудаанд, аз корхонаҳои «ТОС» (шаҳри Долгопрудный) ва «НИИПАВ» (шаҳри Волгодонск, вилояти Ростови Федератсияи Россия) харидорӣ карда шудаанд. Тавсифоти моддаҳои катионии истифодашуда дар Ҷадвали 2 оварда шудааст.

**Ҷадвали 2** - Тавсифоти полиэлектrolитҳои истифодашуда.

Номи моддаи катионӣ	Формулаи сохторӣ	Тавсифи модда
ПДАДМАХ	$\left[ \begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---HC---CH---CH}_2\text{---} \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{N}^+ \text{Cl}^- \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Полидиаллил-диметиламмоний хлорид (ПДАДМАХ), истехсолшуда аз ҷониби ОАО «БСК», ш. Стерлитамак, Россия, бренди «ВПК-402», ҳамчун флокулянт/коагулянт истифода мешавад.
Каустамин 15	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{---N}^+\text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---} \\   \quad   \\ \text{Cl}^- \quad \text{OH} \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Полиамин чордараҷа - полимер, асосаш аз эпихлоргидрин ва диметиламин мебошад

Моддаҳои номбурда дар ташаккули қисматбандиҳои пеш аз чоп ва ҳамчунин дар модификасияи маводи целлюлозӣ истифода шудаанд. Минбаъд нақшаҳои технологӣ оид ба омодаسازی матоъҳои пахтагин, ки дар кор татбиқ шудаанд, пешниҳод мешаванд. Дар ин нақшаҳо ҳам речаҳои анъанавии сафедкунӣ ва ҳам вариантҳои кӯтоҳшудаи ферментативӣ фаро гирифта шудаанд.

Омодаسازی матоъҳои пахтагин дар шароити сеҳи сафедкунӣ бо якҷанд нақшаи технологӣ иҷро гардидааст: сафедкунии якмарҳала дар хатти ЛОУ-260; омодаسازی думарҳала дар хатти ЛОБ-280 бо пешакии шӯршавии ишкор; ҳамчунин равандҳои ферментативии ҷудокунӣ бо амилазаҳо ва биокоркард

(композитсияи амилаза ва пектиназа) дар мошини эжекторӣ бо маҷмааи ҷараёни мулоим (Soft-flow). Дар хати ЛОУ-260 матоъ бо паҳноӣ 220 см ҳамчун пардаи паҳншуда бо равандҳои ферментативии расшихтовка коркард шудааст (ҳарорат тақрибан 40 °С, рН 4,5–5,5). Пас аз ин, шустан ва сафедкунии ишқорию перексӣ бо технологияи плюсовочно-буғӣ (буғкунӣ тақрибан дар 100 °С) анҷом дода шудааст, ки шустан бо усули муқобилҷараён ва хушккунӣ ба роҳ монда шудааст. Дар хати ЛОБ-280 раванд марҳалаи ҷӯшонидани ишқорӣ бо буғкунӣ, шӯстан ва шӯргардонӣ, сипас сафедкунии ишқорию перексӣ, шӯстани стандартӣ ва хушккунӣ ва назорати сифати матоъҳои сафедшуда тибқи нишондиҳандаҳои меъёрӣ амалӣ карда шудааст: шаръӣ – на камтар аз 100 мм/соат, сатҳи сафедшавӣ – на камтар аз 82 %, дараҷаи ҷудокунии мувофиқи Тежев – на камтар аз 6 балл. Биокоркард дар таҷҳизоти Soft-flow ҳамчун варианти кӯтоҳшудаи омодаسازی истифода шуд: матоъ дар маҳлули ферментӣ (тақрибан 40 °С, рН 4,5–5,5) коркард карда, пас аз он бо оби гарм бо МФС ва оби сард бе марҳалаи туршқунонӣ шуста шудааст. Ин имкон дод, ки хосиятҳои гидрофилӣ ва шаърии зарурӣ ҳосил гардида, таъсири мулоим ва мусоид ба селлюлоза таъмин карда шавад.

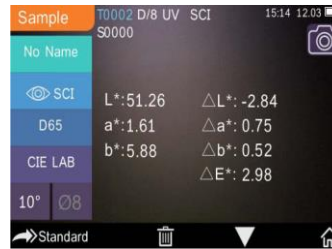
Матои омодашуда пас аз хушккунӣ ва паҳнкунии пеш аз чоп ба марҳалаи чопи мустақими рақамӣ бо рангҳои фаёл интиқол дода мешуд. Пас аз чоп, коркарди пасочопӣ амалӣ мегардид, ки он муайянкунӣ ва мустаҳкамгардонии рангкунии фаёл дар нах, ҳамчунин шустан бо собун ва обшӯии намунаҳои чопшударо фаро мегирифт. Муайянкунӣ ва мустаҳкамсозии рангҳо бо усули буғкунӣ дар ҳарорати 102 °С ба муддати 8 дақиқа иҷро мешуд. Пас аз ин марҳала, шустан бо собун ва обшӯӣ то пок кардани ҷузъҳои номатлуб ба роҳ монда мешуд, ки сифати ниҳии нақш ва устувории рангро таъмин менамуд.

Барои муайян кардани тавсифоти ранг ва баҳодиҳии такроршавии чопҳо спектрофотометри YS 3010 истифода шуд, ки мувофиқи стандарти геометрияи оптикӣ D/8 кор мекунад ва аз ҷониби Комиссияи байналмилалӣ оид ба равшанӣ (CIE) қабул шудааст. Спектрофотометр спектрҳои инъикоси намунаҳоро дар диапазони намоёни дарозии мавҷ сабт менамояд, аз ҷумла барои маводҳое, ки ҷузъҳои флуоресцентӣ доранд (Расми 1–2). Андозагирӣ бо усули ҷойгиркунии дақиқи асбоб дар сатҳи намуна анҷом дода шуда, натиҷаҳо ба таври автоматикӣ бо барномаи таъминоти асбоб сабт карда мешуданд.

Пойдории ранги матоъ ба таъсири арақкунии инсон тибқи меъёри дахлдор муайян карда шуд. Асоси санҷиш коркарди намунаи озмоишӣ бо ҳамоҳангсозии он бо намунаҳои матоъҳои ранкардашуда дар маҳлулҳои моделӣ ва дар шароити танзимшаванда мебошад. Пойдории ранги матоъ ба таъсири соиш тибқи стандарти СТД 9733.27–83 муайян карда шуд. Усули санҷиш асосан ба арзёбии дараҷаи гузоштани ранг ба матоъи ранкардашудаи хушк ё тар ҳангоми соиш бо намунаи озмоишӣ асос ёфтааст. Барои санҷишҳо аз асбоби ПТ-4 ва шкалаи намунаҳои хокистарӣ истифода карда шудааст.



**Расми 1** – Спектрофотометр намуи YS 3010



**Расми 2** – Равзанаи андозагирӣ

Қобилияти гидрофиллии матоъҳо бо усули вақти чаббидани қатра об тибқи стандарти NBR 13000 арзёбӣ карда шуд. Намунаҳо ба ғалтаки махсус мустаҳкам карда шуда, асбоби ченкунии ҳаҷми моеъ (бюретка) бо оби тақсимшуда ( $20 \pm 2$  °C) дар масофаи 40 мм аз сатҳи матоъ қойгир карда шуд. Вақти чаббидан ҳамчун фосилаи байни лаҳзаи тамос гирифтани қатра бо матоъ ва нопадид шудани пурраи он ҳисоб карда шуд. Натиҷаҳо ҳамчун миёнаи панҷ андоза дар минтақаҳои гуногуни намуна муайян карда шуданд.

Дараҷаи нигоҳдории рангҳои фаъол, ки дар таркиби рангҳо мавҷуданд, бо баҳодихӣ тибқи миқдори нисбии қисми фаъоли ранг то ва пас аз шустани матои чопшуда муайян карда шуд. Дар таҳқиқот усули гидролизи кислотаӣ истифода гардид, ки имкон медод тағйироти миқдори шаклҳои фаъоли рангдорихоро муайян намоем ва ҳамзамон самаранокии нигоҳдории рангро вобаста ба речаи оmodасозии матоъ ва ҷузҳои пеш аз чоп арзёбӣ кунем.

**Дар боби сеюм** натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ оид ба таҳия ва санҷиш (тасдиқ) технологияи нақшҳои рақамӣ барои чопи мустақими қатрагӣ бо рангҳои фаъол дар матоъҳои пахтагин пешниҳод карда шуданд. «Дар марҳалаи аввал таҳияи намунаҳои рақамии нақшҳо бо эътибори талаботи истеҳсолии такроршавии нақш дар плоттери нассоҷӣ, ки дар ОСП «Самойловский текстиль» (ООО «Нордтекс», ш. Иваново) насб шудааст, ба анҷом расид» [1–5]. Ҳамчун пойгоҳи визуалии ибтидоӣ аз ангезаҳои таърихии ороиши абрӣ (икат) истифода гардид, ки барои онҳо рақамсозӣ, векторсозӣ, мутобиқкунии қисматбандӣ ва танзими ҳалли ранг бо эътибори талаботи муосири рангкуни ва палитраҳои мувофиқ барои чопи нассоҷӣ анҷом дода шуд.

Таҳлили хунарию таҳиявӣ (қисматбандӣ) оид ба нақшҳои таърихии абрӣ имкон дод, ки шартҳои устувор сохтани нақши такрорӣ, хосиятҳои колориметрӣ ва хусусиятҳои рангшиносии матоъҳои Осиеи Миёна, ки бо техникаи атлас (икат) офарида шудаанд, муайян карда шаванд. Бар асоси таҳлили маводи этнографӣ ва заминаи назариявӣ, нақшҳои рақамии аслии таҳия гардиданд, ки барои чопи матоъҳои пахтагини таъноташон барои хоб (гурӯҳи лавозимоти хобӣ) бо паҳнои 220 см пешбинӣ шуда, маҳдудиятҳои технологӣ ва талаботи истеҳсолоти ороиширо ба назар гирифтаанд.

Тарҳрезии нақшҳо бо истифода аз таҳриргари вектории Inkscape иҷро гардид, ки имкон дод ҳалли рангҳо интиҳоб шуда, ҷузъҳои нақш векторкунонишуда ва мувофиқатҳои зарурӣ ба таври визуалӣ пеш аз чоп таҳия карда шаванд. Оmodасозии файлҳо барои чоп тибқи талаботи истеҳсолот сураат гирифт: тасвирҳои дар шакли tif ташкил карда шуданд, ки интиқоли дурусти маълумотро ҳангоми чоп қафолат

медихад. Чоп дар шароити истеҳсоли дар плоттери рақамии насочӣ MS JPK (Mimaki) дар ОСП «Самойловский текстиль» анҷом дода шуд; нусхаҳои рақамии таҳияшудаи технологӣ дуруст буд ва ба танзими иловагӣ аз ҷониби мутахассисони корхона ниёз надошт (расми 4).

Барои баҳодихии таъсири равандҳои аслии рақамӣ ба нишондиҳандаҳои колориметрии чоп, омодаسازی пешакии рақамии тасвир бо тағир додани андозаҳо (33; 50; 100; 200; 300; 400%), инчунин нишондодҳои равшанӣ (аз  $-20$  то  $+20$ ) ва тазод анҷом дода шуд. Пас аз ин, чоп иҷро гардидани, натиҷаҳо тибқи усули қабулшуда ба таври систематикӣ сабт ва таҳлил шуданд.



**Расми 3** – Намудҳои рақамии ангеҷаҳо барои нақшҳои матоҳои пахтагин, ки барои истеҳсоли куртаҳо, либосҳои моделӣ, костюмҳо ва дӯзандагии маҷмааҳои рахти хоб пешбинӣ шудаанд.

Дар расми 3 намудҳои рақамии таҳияшудаи ангеҷаҳои нақш, ки барои чопи мустақими рақамӣ омода шудаанд, нишон дода шудаанд. Таҳлили тағироти равандҳои шабеҳии рақамӣ, аз қабилӣ равшанӣ, тазод ва андоза, нишон дод, ки ин тағйирот ба тавсифи рангаи чопи нақш дар матои сатин-люкс таъсири возеҳ мерасонанд. Маълумоти таҷрибавӣ барои таҳияи вобастагӣ истифода шуда, имкон медиҳад равандҳои аслии рақамиро ба таври зуд ва дақиқ танзим намуда, хусусиятҳои рангкуни зарурии чопро ба даст оварда, бе рангдорӣ иловагӣ иҷро намоем.

«Баҳодихии сифати чоп тибқи координатҳои рангшиносӣ дар низоми CIE Lab ва нишондиҳандаи фарқияти ранга  $\Delta E$  амалӣ карда шуд. Ин усул имкон медиҳад, ки натиҷаҳо ҳангоми тағйир додани равандҳои тасвири рақамӣ ва

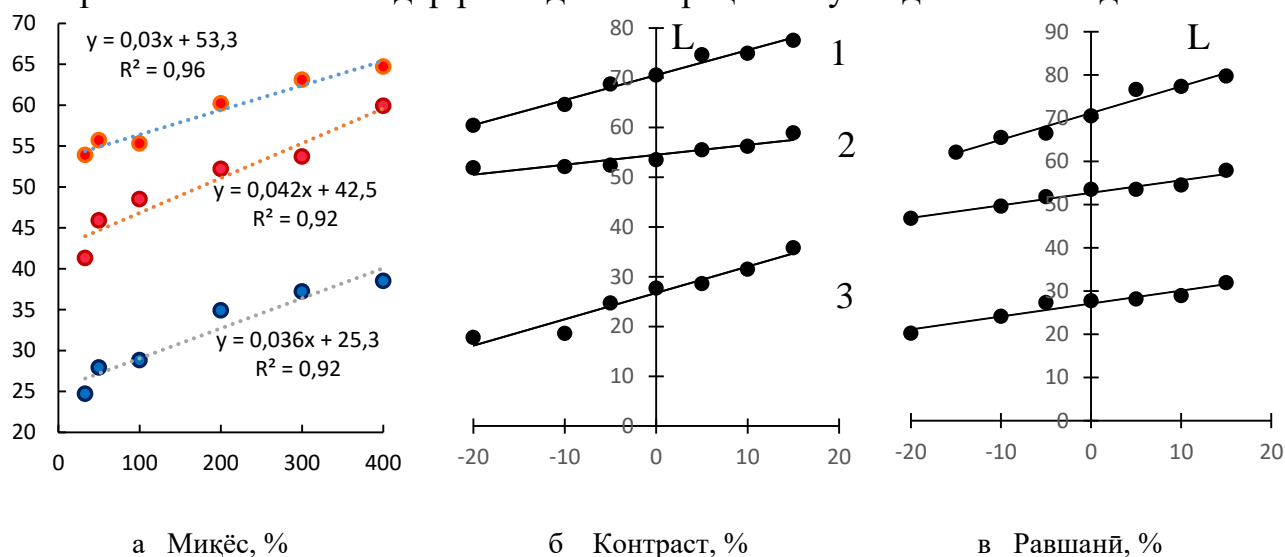
шароити оmodасозии матоъ муқоиса карда шаванд» [2–4]. Натиҷаҳои миқдорӣ оид ба таъсири андозаи шабеҳи рақамӣ ба равандҳои чоп дар матои пахтагини сафедшудаи сатин-люкс дар чадвали 3 оварда шудаанд. Чоп дар плоттери саноатии нассоҷии MS JPK бо истифода аз рангҳои ғаёл аз силсилаи RCS (cyan, magenta, yellow, black, blue, red) анҷом дода шуд. Таҳлили нишондиҳандаи тоналии ранг Н нишон дод, ки ҳангоми тағйир додани танзими рақамии тасвир, тағйироти тоналии ранг дар маҷмӯъ маҳдуд мебошад. Аз ҷумла, барои рангҳои зард қимати Н дар фосилаи 43–52, барои сурх дар фосилаи 0–7 ва барои кабуд дар фосилаи 223–229 тағйир меёбад. Ин натиҷаҳо ба он ишора мекунанд, ки ҳангоми тағйир додани параметрҳои рақамӣ, аз қабали равшанӣ, тазод ва андозаи тасвир, устувории нисбатан баланди тоналии ранг нигоҳ дошта мешавад.

**Чадвали 3** - Таъсири нишондодҳои танзими аналогии рақамӣ (андоза) ба натиҷаҳои чоп дар матои пахтагини сафедшудаи Сатин-люкс (зиҷии 119 г/м<sup>2</sup>).

Романг/миқёс %	a +	b +	H (тоналии ранг)
	сурхтар/сабзтар	зардтар/кабудтар	
Сиёҳи норанҷӣ			
33	33,5	30,5	13
50	34,2	33,8	15
100	36,9	41,6	18
200	38,2	46,9	20
300	43,4	47,7	17
400	43,7	46,4	16
Рангҳои кабуд			
33	9,4	-45,1	215
50	18,9	-56,7	216
100	16,8	-53,1	218
200	22,9	-56,6	223
300	24,2	-56,4	221
400	23,7	-54,2	22
Рангҳои сурх			
33	36,9	-10,9	324
50	42,2	-7,2	331
100	52,6	28,8	0
200	54,6	28,6	0
300	53,9	31,9	360
400	54,5	35,1	4

Дар расми 4 вобастагии равандҳои танзими рақамии тасвири чоп ба нишондиҳандаи L (равшанӣ, %) нишон дода шудааст. Вобастагиҳои хусусиятҳои рангаи нақши чопшуда, ки дар плоттери нассоҷӣ бо истифода аз чопи мустақими рангҳои ғаёл ба даст омадаанд, аз параметрҳои танзими рақамии тасвир, аз ҷумла равшанӣ, миқёс ва тазод, муайян карда шудаанд. Натиҷаҳо нишон доданд, ки байни параметрҳои вобастагии қариб хатӣ вучуд дорад ва дараҷаи мувофиқати онҳо хеле баланд аст ( $R^2 > 0,9$ ). Вобастагиҳои

бадастомада имкон медиҳанд, ки хусусиятҳои рангкунии чоп бо рангҳои фаъл дар матоҳои пахтагин бидуни иҷрои намунаҳои иловагии чопӣ пешгӯӣ карда шаванд. Ин, дар навбати худ, ба сарфайи ранг ва баланд бардоштани самаранокии технологӣ дар раванди чопи рақамӣ мусоидат менамояд.



**Расми 4** - Таъсири равандҳои танзими рақамии тасвир ба хусусиятҳои рангаи L дар матои пахтагини сатин бо чопи рақамӣ, ки дар он: 1 – рангҳои сурхи равшан (норанҷӣ), 2 – рангҳои сурх, 3 – рангҳои кабуд.

Дар ҷадвали 4 таҳлили муқоисавии хусусиятҳои рангаи тасвирҳои рақамӣ ва чопҳои бадастомада дар коғаз ва матои пахтагин бо сатҳи якхелаи сафедӣ (80 %) пешниҳод шудааст. Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки гузариш аз тасвири рақамӣ ба чопи воқеӣ бо тағйирёбии координатҳои  $a^*$  ва  $b^*$  ва дар натиҷа, бо тағйири нишондиҳандаи  $\Delta E$  ҳамроҳ мешавад.

Ин тағйирот бо таъсири маҷмӯии хусусиятҳои мавод (коғаз ё мато), хусусиятҳои оптикӣ замина ва хусусиятҳои ҳамкориҳои рангҳои фаъл бо тарҳи селлюлозӣ шарҳ дода мешавад.

**Ҷадвали 4** - Таҳлили муқоисавии хусусиятҳои рангаи тасвирҳои рақамӣ ва натиҷаҳои чопшуда бо рангҳои фаъл дар матоҳои гуногун (коғаз ва матои пахтагин) анҷом дода шуда, сатҳи сафедии маводи санҷишӣ барои ҳар ду намуди замина 80 % нигоҳ дошта шудааст.

Ранг	Тасвири монанд				Чоп дар василаи коғазӣ				Чопи мустақим бо рангҳо дар матои пахтагин			
	L	a	b	H	L	a	b	H	L	a	b	H
Бунафшӣ	34	71	-106	256	26	19	-25	263	25	19	-31	252
Кабуди равшан	50	6	-81	212	51	-10	-33	200	43	5	-40	214
Зард	97	-15	103	60	70	13	71	41	84	-9	63	53
Сурх-қаҳваранг	63	92	30	336	42	52	7	342	38	47	4	341
Сабз	83	-121	56	143	44	-30	16	140	53	-19	13	123

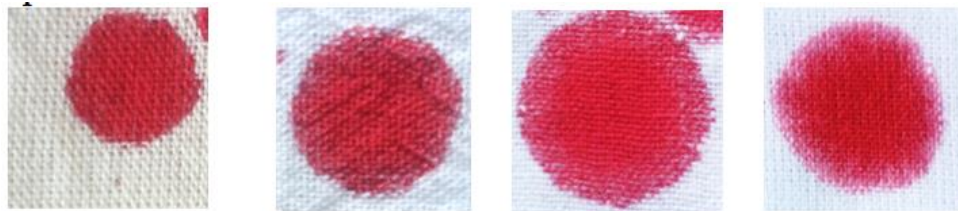
Бо назардошти хусусиятҳои чопи қатрагӣ, ки дар он тасвир дар матоъ тавассути пошидани фосилавӣ қатраҳо ташаккул меёбад, омиле, ки сифати ниҳии чопро муайян мекунад, идораи ҷараёни паҳншавии қатра мебошад. Назорати паҳншавии қатра ба ду равиш амалӣ карда мешавад: аввал, бо истифодаи таркибҳои пешакии чоп (праймерҳо), ки дорои унсурҳои пайвастанандаи полимерӣ мебошанд ва хусусиятҳои капиллярии сатҳро тағйир дода, нигоҳдории қатраҳоро беҳтар менамоянд; ва дуввум, бо интихоби речай омодагии матоъ, ки арзишҳои зарурии капиллярӣ (мм/соат) ва вақти ҷаббида шудани об (сония) – ро таъмин мекунад.



Биокоркарди сатин

сатини сафедшуда

Сатини сафедшуда бо омехтаи пеш аз чоп



Суфи дурушт

Биокоркард дар суф

Суфи сафедшуда

Суфи сафедшуда бо ҷаббиш бо чоп пешаки

**Расми 5** – Акс аз қатраҳои рангҳои фаъол дар матои пахтагин (сатин, суф) бо афзоиши геометрии хангоми паҳншавӣ.

Аксҳои қатраҳои рангҳои фаъол дар матои пахтагин (сатин) дар ҳолатҳои гуногуни омодагии (расми 6) нишон медиҳанд, ки сатҳи паҳншавӣ ва афзоиши геометрии ҷузъи чоп ба гидрофилликӣ ва хусусиятҳои капиллярии матоъ, ҳамчунин, ба мавҷудияти ҷаббиши пешакии чоп вобаста мебошад. Вазифаи асосии чоп бо истифодаи чопи муस्ताқими қатрагӣ бо рангҳои фаъол ин таъмин намудани устувории қатраҳои ранг ва маҳдуд кардани паҳншавии онҳо дар сатҳи мавод мебошад. Дар натиҷаи таҳқиқот бо назардошти ҳамаи омилҳои дахлдор ва равишҳои ҳамоҳангшуда ба таври комил ва систематикӣ ҳал карда шуд: ҳам бо истифодаи қисматбандиҳо махсуси пешакии чоп ва ҳам бо таъмини арзишҳои оптималии капиллярӣ ва вақти ҷаббиши об. Бо назардошти тавсияҳои мутахассисони корхона, арзишҳои оптималии капиллярӣ бояд дар доираи 95–100 мм/соат қарор гиранд, дар ҳоле ки вақти ҷаббиши об на камтар аз 1 сония мебошад. Аз нуқтаи назар, дар марҳалаи аввали таҳқиқот таъсири биокоркард ба хусусиятҳои сифатии сатини пахтагин арзёбӣ карда шуд. Биокоркард дар мошини эжекторӣ дар ҳарорати 37–45 °С давоми 60 дақиқа бо истифодаи қисматбандӣ ферментҳои амилаза ва пектиназ (маҳдудсозӣ 2 г/л) иҷро гардид.

**Чадвали 5** - Муқоисаи хусусиятҳои техникий сатини пахтагин вобаста ба усули гуногуни омодаسازی

Коркарди матоъ	Камшавии масса%	Баландшавии капиллярӣ қатраи ранг, мм				
		10 с	20 с	30 с	40 с	50 с
Биокоркард	1,89	20	26	28	31	35
Љӯшонидани ишқорӣ	4,92	24	27	32	34	37
Сафедкунии якмарҳала	3,95	21	25	30	32	36
Сафедкунии ду марҳала бо ишқор ва пероксид	6,34	35	39	44	48	59

Маълумоти чамбастӣ ва муқоисавӣ, ки дар чадвали 5 оварда шудааст, афзалиятҳои истифодаи биокоркардро нишон медиҳанд. Аз ҷиҳати нигоҳдории масса (%), устувории механикӣ (қувваи кандашавӣ) ва нигоҳдории капиллярӣ зарурӣ, биокоркард самаранок мебошад. Таҳқиқот нишон дод, ки татбиқи биокоркард бо бартараф кардани интихобии ифлосиҳои технологӣ ва қисман моддаҳои ҳамроҳ, ба баландшавии сафедии матоъ, беҳтар шудани ҷаббиши об, тақмил ёфтани хосиятҳои капиллярӣ ва нармӣ (камшавии сахтӣ) мусоидат мекунад.

**Чадвали 6** - Тағйири хусусиятҳои қавии матои пахтагин (сатин) дар раванди биокоркард ва усулҳои кимиёвӣ омодаسازی.

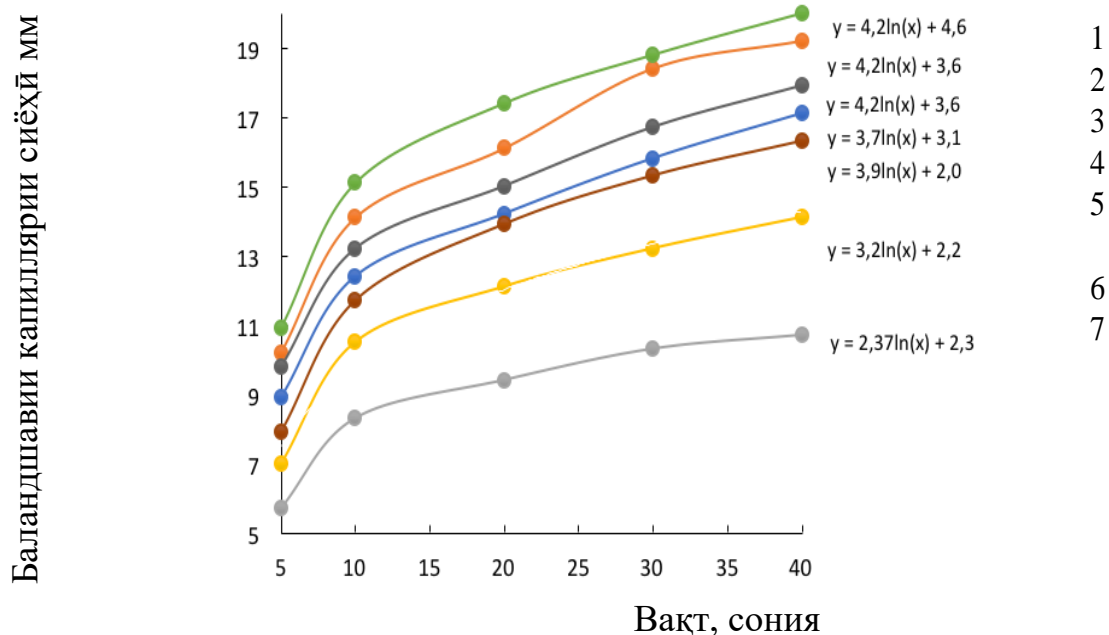
Матоъ	Сафедӣ % ± 1,0	Мустаҳкамии асос,Н	Қавии бофт, Н	Дарозшавӣ, %
Назарсанҷӣ (матои дурушт)	47,9	46	36	10
Биокоркард	57,1	44	35	12
Љӯшонидани ишқорӣ	49,9	36	32	15
Усули ду марҳила сафедкунии ишқорӣ–пероксидӣ	85,2	32	31	14

**Чадвали 7** - Натиҷаҳои муқоисавии ҷӯшонидашуда ишқорӣ ва биокоркард бо ферментҳои кислотаӣ барои арзёбии сифати омодаسازی пахтаи суф.

Коркард	Камшавии вазн (%)± 0,1	Дараҷаи сафедӣ,% ± 1,0	Ҷаббиш, сония ± 1,0	Шаърӣ (мм) ± 2,0
Суфи дурушт	–	36,34	0,0	0
Љӯшонидани ишқорӣ	4,61	48,5	5,0	132
Дешлихткунӣ бо амилазаҳо	1,32	45,7	Зиёдтар 30	50
Биоҷӯшонидан (амилазаҳо, пектиназаҳо)	3,45	51,3	3,7	123

Натиҷаҳои муқоисавии таъсири ҷӯшонидани ишқорӣ матои пахтагӣ ва биокоркард бо ферментҳои турш ба сифати омодаسازی матоъ дар чадвал

нишон дода шудаанд. Назорати муқоисавӣ бе истифодаи фермент дар ҳамон шароите гузаронида шуд, ки барои коркарди ферментативӣ татбиқ мегарданд. Таҳқиқот нишон дод, ки хоричсозии пигментҳои табиӣ флавоноидӣ, ки сабаби зардшавии пахтаи хом мебошанд, дар марҳилаи биокоркард самараноктар иҷро мешавад ва нисбат ба ҷӯшонидани ишқорӣ натиҷаҳои беҳтар медиҳад. Масалан, дараҷаи сафедии матоъ пас аз биокоркард аз 36 % ба 51 % меафзояд. Ин натиҷа бо вайрон гардидани сохтори қабати пектин–липид–сафедагӣ таъмин мешавад, ки пигментҳои табиӣро ба худ мепайвандонад.



**Расми 6** – Кинетикаи ҷаббиши капиллярии маҳлули чопии ранги фаёл(мм/с) бо матоъҳои пахтагӣ пас аз биоҷӯшонидан бо истифодаи қисматбандӣ гидролазаҳои кислотаӣ, ки дар он: 1 – сатин, 2 – диагонал, 3 – молескин, 4 – миткаль, 5 – рогожка, 6 – суф, 7 – шифон.

**Ҷадвали 8** - Хусусиятҳои техникаи матоъҳои пахтагӣ то ва пас аз биоҷӯшонидани ферментативӣ ва сафедкунии ду марҳилавии ишқорӣ–пероксидӣ.

Матоъ	Шаъри, мм/соат	Шаъри, мм/с	Ҷаббиш (матои дурушт), с	Ҷаббиш, с	Нармӣ, % (бо кунҷи фурӯравӣ)
Миткал	100/148	8/11	зиёда аз 60	4/<1	79/15
Диагонал	105/128	5/14	зиёда аз 60	3/<1	70/78
Поплин	110/145	8/14	55	4/<1	95/96
Шифон	100/135	5/9	58	6/<1	98/100
Суф	100/138	7/10	зиёда аз 60	6/<1	94/95
Сатин	110/142	10/15	55	3/<1	98/98
Рогожка	100/130	7/11	зиёда аз 60	5/<1	60/65
Молескин	105/145	9/13	54	4/<1	70/74

\*Эзоҳ: Дар маҳраҷи ҷадвал, рақами боло нишондиҳандаи натиҷа пас аз биокоркарди ферментативӣ ва рақами поён пас аз сафедкунии ду марҳалавии ишқорӣ–пероксидӣ мебошад.



шуда, пас аз он дар таҷҳизоти фишурдашуда коркард ва дар чевони хушккунӣ дар 100 °C хушк карда шуд. Чопи рақамӣ бо усули қатрагӣ ва истифодаи маҳлули саноатии ранги ғаёли нассоҷӣ иҷро гардид. Таҳқиқот нишон дод, ки истифодаи биокоркард имконият медиҳад, то лағжиши ғафскунандаи маҳлули пеш аз чоп то 50 г/л коҳиш дода шавад. Аз ин рӯ, маҳлули пеш аз чоп бояд дорои компонентҳои доимӣ бошад: маҳлули собуни (мочевина) – 100 г/л, Лудигол – 5 г/л, NaHCO<sub>3</sub> – 30 г/л ва ғафскунандаи алгинати натрий – 50 г/л. лағжишноки зиёди ғафскунанда метавонад ба диффузия ва пайвастании ранги ғаёл бо селлюлоза таъсири манфӣ расонад.

Барои мисоли қачхатаҳои спектралӣ, ки барои маҳлули чопии ранги ғаёл таҳия шудааст, нишон дода шуд, ки усули омодаسازی на танҳо ба шиддати ранги қатра, балки ба ҷойгиршавии ҳадди аксар (максимум) дар тавсифи спектралӣ таъсир мерасонад. Мушоҳидаҳо нишон медиҳанд, ки ҳангоми омодаسازی бо ҷӯшонидани ишқорӣ, ҳадди аксар ба минтақаи мавҷи кӯтоҳ гузариш мекунад. Ин ҳолат, эҳтимолан, бо паҳншавии моддаҳои фенолӣ сохтори нахҳо ва табдили онҳо ба шаклҳои ҳалшаванда, ҳамчунин бо тағйироти ранги нахҳои пахта дар муҳити ишқорӣ, алоқаманд мебошад.

Чоп бо усули моделии қатра бо истифодаи маҳлули саноатии ранги ғаёли RCS Orange ва RCS дар матоҳои гуногуни сохторӣ (нахи боҳампечшуда) ва бо зичии сатҳӣ муайяншуда нишон дод, ки фарқиятҳои назаррас дар нишондиҳандаҳои ранг (L, a, b, ΔE) ва устувории нақши чопӣ ба соиш вобаста ба усули омодаسازی мавҷуданд (ҷадвал 10). Таҳлили маълумоти ҷадвал нишон медиҳад, ки таъсири биокоркард дар кам кардани паҳншавии ранг (фишурдан) яқсон набуда, ба сохтори матоъ саҳт вобаста мебошад. Дар муқоиса, таъсири технологӣ нисбат ба сафедкунии анъанавии ишқорӣ ва перексӣ барои матоҳои суф (бяз), рогожка, молескин ва сатин бештар мебошад.

**Ҷадвали 10** - Натиҷаҳои муқоисавии тавсифоти ранга ва андозаҳои геометрии қатраҳои маҳлули чопии ранги ғаёл (RCS Orange Kiiian Digital) дар матоҳои пахтагии сохторашон гуногун

Намуна	Технологияи омодаسازی	L,% Равшанӣ	a +сурхтар/ -сабзтар	b + зардтар - кабугарга p	ΔE	Устуворӣ ба соиш	
						Дар ҳолати хушк	Дар ҳолати тар
Сатин	1*	17,9	39,2	27,6	33,3	4/4	4/3
	2*	33,5	51,9	47,0	16,8	4/3	3/3
Молескин	1	27,6	50,5	40,7	21,5	4/4	4/3
	2	28,0	48,5	40,9	20,1	4/3	3/3
Диагонал	1	28,6	51,5	41,9	21,0	4/4	4/3
	2	29,5	49,1	41,0	19,2	4/3	3/3
Суф люкс	1	22,5	44,5	34,0	26,4	4/4	4/3
	2	27,9	50,7	41,0	21,3	4/3	3/3
Шифон	1	32,5	54,0	46,3	19,2	4/4	4/3
	2	37,3	53,8	50,6	16,6	4/3	3/3
Суфи П15	1	28,9	50,4	42,2	20,0	4/4	4/3
	2	31,8	54,4	42,8	20,6	4/3	3/3

Рогожка	1	23,7	45,9	35,6	25,0	4/4	4/3
	2	34,1	52,3	46,3	16,9	4/3	3/3
Миткал	1	28,1	51,0	41,3	21,2	4/4	4/3
	2	28,8	51,8	42,1	20,9	4/3	3/3
Суфи П13	1	26,7	49,4	39,6	22,1	4/4	4/3
	2	25,5	48,1	38,1	23,1	4/3	3/3
Намунаҳо бе чаббиши пешакӣ	1	54,5	25,4	32,1	23,5	3/2	3/2
	2	46,1	22,5	18,2	34,3	2/3	2/3
Намунаи муқоисавӣ, чопи анъанавӣ	-	44,0	38,8	48,3	0	5/5	5/5

1 – Биокоркард дар эжектор. 2 – Сафедкунии ду марҳалавии ишқорино пероксид дар асбоби ЛОБ

Дар марҳилаи минбаъдаи таҳқиқот, самаранокии истифодаи иловаҳои пуркуваткунанда дар таркиби пеш аз чоп арзёбӣ карда шуд. Ҳангоми чопи матоъҳои пахтагӣ, рангҳои намуди бирюзагӣ ба назар ҳамчун ҷузъҳои мушкиловар бештар ба амал меоянд, ки намунаи маъруф он рангҳои фаёли бирюзаи 23Т мебошанд. Маълум аст, ки дараҷаи маҳкамшавии рангҳои бирюзагӣ 23Т дар усулҳои анъанавии коркарди пеш аз чоп нисбат ба аксари рангҳои дигар камтар мебошад.

Аз ин рӯ, маҳз ҳамин ранг ҳамчун объекти асосии таҳқиқот интихоб гардид. Дар таркиби пеш аз чопкунӣ ҳамчун манбаи ғафскунанда алгинати натрий истифода шуд. Нишон дода шуд, ки илова кардани моддаҳои фаёли сатҳӣ (МФС) - катионӣ ва амфолитӣ - ба афзоиши қобилияти чаббиши матоъ (сорбсияи нахҳо) ва бештар шудани шароити маҳкамшавии молекулаҳои анионии рангҳои фаёл мусоидат мекунад. Ин омилҳо дар баланд шудани шиддати ранг ва такмил ёфтани тавсифоти истифодабарии чопи рақамӣ ба таври возеҳ зоҳир мешаванд.





**Чадвали 11** - Таъсири таркиби чопкунии пешакӣ ба натиҷаҳои техникаи чоп бо маҳлули чопии фаёли ранги фируза 23Т

Таркиб	Устувории рангҳо, балл		
	Ба шустушӯй №1	Ба арақкунӣ	Ба соиши хушк
Бе чаббиши чопи пешакӣ, сатин сафедшуда	4/4/4	4/4/4	5/4
Каустамин 15, сатин сафедшуда	4/3/4	4/4/3	4/4
Каустамин 15 (1:1 бо H <sub>2</sub> O), Рузин 14, сатин сафедшуда	4/4/4	4/4/4	4/4
Каустамин 15 (1:1 бо H <sub>2</sub> O, Рузин 14), биочӯшонидани сатин	4/4/4	4/4/4	4/4

Болоравии натиҷаҳои техникаи чоп дар ҳолатҳои мушоҳида гардид, ки моддаҳои фаёли сатҳӣ - амфолитии ООКМ-7 ва катионии Кватамин КМ-10 - истифода шудаанд. Ин омил ба афзоиши шиддати ранг ва баланд шудани нишондиҳандаҳои қонёкунанда оид ба устувории шустушӯй ва муқовимат ба арақкунӣ (ба арақ) мусоидат кард (чадвалҳои 12 ва 13). Афзоиши шиддати ранг

бо таъсири мутақобилаи электростатикии гурӯҳҳои катионии полиэлектrolитӣ бо гурӯҳҳои реактиви анионии рангҳои фаъол шарҳ дода мешавад, ки ин ба афзоиши дараҷаи сорбсия ва маҳкамшавии ранг дар субстрати целлюлоза мусоидат мекунад.

**Чадвали 12** - Нишондиҳандаҳои рангкунии рангҳо ҳангоми чоп бо маҳлулҳои чопӣ дар асоси ранги фаъоли фируза 23Т дар матоъҳои нассоҷии тағиротшуда.

Маҳлули пешачопкунӣ	намуна	Хусисиятҳои ранг			
		K/S	a (- сабзтар)	b (-кабудтар)	L,% Равшани
Бе катионизатсия, сатин сафедшуда		2,85	-23,8	-22,8	81,0
Каустамин 15 (5 г/л), сатин сафедшуда		5,91	-24,6	-24,8	60,4
Каустамин 15 (1:1 бо Н <sub>2</sub> О) Рузин 14, сатин сафедшуда		5,92	-24,8	-22,6	61,1
Каустамин 15 (1:1 бо Н <sub>2</sub> О) Рузин 14, биочӯшонидани сатин		6,01	-25,1	-25,0	60,2

Дар доираи таҳқиқот самаранокии истифодаи полиэлектrolитҳои катионӣ (КПЭ) дар якҷоягӣ бо полимерҳои акрилӣ барои тағироти матоъҳои пахтагӣ дар раванди чопи рақамӣ бо рангҳои фаъол арзёбӣ карда шуд. Муайян карда шуд, ки истифодаи чунин таркибҳо шиддати рангро дар нақшҳои чопшуда 1,2 - 1,5 маротиба афзоиш медиҳад. Механизми афзоиши шиддати ранг, эҳтимол, ба шиддати ламинатсия ва пӯшонидани сатҳи матоъ дар марҳилаи хушккунӣ ва маҳкамшавӣ алоқаманд мебошад (ҷадвали 14).

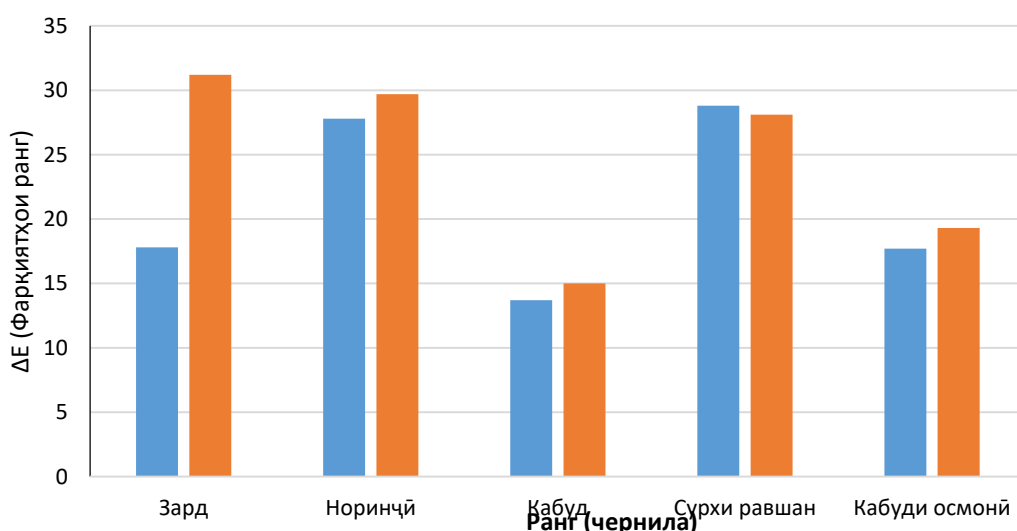
**Чадвали 13** - Натиҷаҳои техникийи чопи суфи пахтагӣ

МФС	Ғилзатнокии МФС, г/кг	Ғафскунандаи алгинатӣ			
		Шиддатнокии ранг, K/S, воҳидҳо	Тағйирёбии шиддатнокии ранг Δ K/S, %	Устувории рангҳо, балл	
				ба шустушӯӣ №1	ба арақкунӣ
-	-	17,5	-	4/4/3-4	4/3/4
Инкор-11	0,3	20,8	18,9	5/4/4	4/4/4
	0,5	19,9	13,7	5/4/4	4/4/4
ООКМ-7	0,3	22,8	30,3	4/5/5	4/4/4
	0,5	22,9	30,6	4/4/4	4/4/4
Кватамин - КМ-10	0,3	22,8	30,3	4/5-4/4	4/4/4
	0,5	24,7	41,1	4/5-4/4	4/4/4

Дар боби 3.6 санҷишҳои истехсолӣ ва муқоисавӣ оид ба чопи рақамии пигментӣ ва чоп бо маҳлули ранги фаъоли саноатӣ бо истифодаи таркиби мутобиксозишуда барои омодагии пеш аз чоп анҷом дода шуданд. Таркиби истифодашуда дорои ғафскунандаи паст ва моддаҳои катионӣ буд, ки

қобилияти маҳкам кардани ранги фаълро дар субстрати матоъ беҳтар менамуд. Ҳангоми таҳлил, диаграммаҳои паҳншавии ранг (color gamut) таҳия шуда, фарқиятҳо ва самаранокии паҳншавии ранг дар ҳарду усул нишон дода шуданд. Таҳқиқотҳои таҷрибавӣ бо истифодаи таҷҳизоти саноатӣ нишон доданд, ки омодагии матоъ бо биокоркард дар ҳарорати паст бо истифодаи амилазҳо ва пектиназҳои туршӣ имкон медиҳад, ки нақшҳои чопшуда бо паҳншавии ранги васеъ ва фарқияти баланд ( $\Delta E$ ) ҳосил гарданд. Ранги бадастомада шадидтар ва бойтар буда, паҳншавии қатраҳои ранг коҳиш ёфта, ранги табиӣ ва шакли нахи пахта нигоҳ дошта мешавад, ҳамчунин ранги фаъл устувор ба целлюлоза устувор мешавад. Натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки биокоркард метавонад ҳамчун усули омодагӣ барои чопи рақамӣ бо рангҳои фаъл барои ба даст овардани нақшҳои "пӯшонидашуда" тавсия дода шавад. Ин раванд инчунин имкон медиҳад, ки самаранокии истеҳсолот тавассути барҳам додани технологияҳои кимиёвӣ сафедкунӣ ва ҷорӣ намудани таҷҳизоти рақамӣ беҳтар гардад, ки ба самараноккунони кори саноати нассочӣ мусоидат менамояд.

Дар расми 8 натиҷаҳои муқоисавӣ фарқияти ранга ( $\Delta E$ ) барои матоъҳои, ки бо усулҳои мухталифи омодагӣ ва чопи рақамӣ бо рангҳои фаъл коркард шудаанд, нишон дода шудаанд. Сутунчаи кабуд натиҷаҳоро барои матоъҳои тайёршуда бо речайи ду марҳилавӣ, ки ҷӯшонидани ишкор ва сафедкунии перекиси ишкориро дар бар мегирад, ифода мекунад. Сутунчаи сурх натиҷаҳои биокоркардро нишон медиҳад. Ҳамзамон, чопи рақамӣ бо рангҳои пигментӣ, ки дар плоттери саноатӣ иҷро шудааст, ҳамчун стандарт барои муқоиса ва арзёбӣ истифода шудааст. Натиҷаҳо фарқиятҳои возеҳи  $\Delta E$ -ро нишон медиҳанд ва имкон медиҳанд, ки самаранокии усулҳои омодагӣ ва таъсири онҳо ба устувории ранга ва шадидии визуалии нақшҳои чопшуда баҳогузорӣ гардад.



**Расми 8** — Натиҷаҳои муқоисавӣ оид ба фарқияти ранг барои матоъҳои бо усулҳои гуногуни омодагӣ ва чопи рақамӣ бо маҳлули чопии ранги фаъл

**Қадвали 14** - Таъсири ғилзати пероксид дар таркиби сафедкунӣ пас аз биокоркард ба натиҷаҳои чопи рақамӣ (нишондихандаҳои ранг), ки дар сатин-люкс пахтагӣ ба даст омадаанд

Усули оmodасозӣ/ Бо пероксиди гидроген (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ), г/л	а +сурхтар/ -сабзтар	б +зардтар / -кабудтар	Н	Сафедии замина, % ±0,5
матои дурушт				47,2
Маҳлули чопии ранги фаъл сурх Kiiian Digital				
Биокоркард	36,9	-10,9	324	57,1
1	42,2	-7,2	331	60,9
2	52,6	28,8	0	67,1
3	54,6	28,6	0	77,0
4	53,9	31,9	1	80,2
5	54,5	35,1	4	81,3

**Дар боби чоруми** кори диссертатсионӣ асосҳои техниқию иқтисодӣ оид ба чорӣ намудани технологияи таҳияшудаи оmodасозии матоъҳои пахтагӣ барои чопи мустақими рақамӣ бо рангҳои фаъл пешниҳод карда шудаанд. Муайян карда шуд, ки чойгиркунии усули анъанавии дузинавӣ (коркарди ишқорӣ ва сафедкунии ишқорию перекисӣ) бо биокоркарди пасти ҳарорат бе марҳалаи сафедкунӣ имкон медиҳад, ки хароҷоти истеҳсоли устуворона коҳиш ёбанд. Ҳисобҳои иқтисодӣ нишон доданд, ки хароҷот барои оmodасозии матоъ тақрибан 46,7% кам шуда, барои ҳар 1000 метри хаттии матоъ мувофиқан 3799,4 сомонӣ сарфа мегардад. Ин натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки истифодаи биокоркарди пасти ҳарорат ҳамчун усули оmodасозӣ на танҳо самаранокии истеҳсолиро беҳтар мекунад, балки барои самараноккунонии коркард ва коҳиш додани хароҷоти истеҳсоли аҳамияти иқтисодӣ дорад.

Таъсири иловагии иқтисодӣ асосан аз коҳиши истеъмоли маҳлули чопии ранги фаъл ҳангоми чопи рақамӣ ба даст меояд, ки ин натиҷаи муносибгардонии таркиби пеш аз чопкунӣ ва истифодаи моддаҳои катионӣ ва амфолитӣ, ки фаълқунандаи сатҳи нахҳо мебошанд, мебошад. Ин моддаҳо ба афзоиши дараҷаи таснифҳои ранг ва шиддати ранги чопшуда мусоидат мекунанд. Натиҷаҳои иқтисодӣ: Сарфай хароҷот барои рангҳо: 2 170 - 10 850 сомонӣ барои ҳар 1000 метри хаттии матоъ (бо коҳиши сарфа 10 - 50%). Фоидаи умумии мустақими иқтисодӣ аз чорӣ намудани навоариҳои таҳияшуда: 5 969,4 - 14 649,4 сомонӣ барои ҳар 1000 метри хаттии матоъ.

Ин нишондихандаҳо самаранокӣ ва аҳамияти амалии истифодаи усулҳои таҳияшудаи оmodасозиро дар шароити истеҳсоли муосири матоъҳои пахтагин тасдиқ менамоянд, ки имкон медиҳад ҳам хароҷот кам карда шавад ва ҳам сифати чоп ва устувории ранги матоъҳо беҳтар гардад.

## ХУЛОСАҲО

1. Дар натиҷаи таҳқиқот имконияти истифодаи вариантҳои рақамии нақшу ниғори миллӣ дар технологияи чопи мустақими рангпошӣ бо рангҳои пигментӣ

дар матоъҳои пахтагин асоснок гардида, намунаҳои таҷрибавии чоп дар принтерҳои насочӣ ба даст оварда шуданд [4–М], [7–М], [12–М], [20–М].

2. Вобастагии байни параметрҳои ислоҳи тасвири рақамии нақшу нигор, аз ҷумла контрастнокӣ ва равшанӣ, бо хусусиятҳои рангии матои пахтагини навъи поплин пас аз чоп муайян карда шуд, ки ин барои пешгӯии натиҷаи амалии чоп имконият фароҳам меорад [11–М], [18–М], [20–М].

3. Нишон дода шуд, ки самаранокии истифодаи технологияи чопи мустақими рангпошии «Inkjet» бо рангҳои ғаёл дар матоъҳои пахтагин ҳангоми омодагии пешакии маводи насочӣ, аз ҷумла тавассути биопухткунӣ ва коркарди стандартии пешазчопӣ, таъмин мегардад [5–М], [6–М].

4. Бори аввал вобастагии хусусиятҳои рангии нақши чопшуда, ки дар плоттери насочӣ бо усули чопи мустақим бо рангҳои ғаёл ба даст оварда шудааст, аз параметрҳои танзими тасвири рақамӣ — миқёс, равшанӣ ва контрастнокӣ — муайян карда шуд. Хусусияти хаттии ин вобастагӣ бо коэффитсиенти баланди аппроксиматсия, яъне  $R^2$  зиёда аз 0,9, тасдиқ гардид, ки барои пешгӯии натиҷаи чопи мустақими насочӣ дар матои пахтагин бе тайёр намудани намунаи озмоишӣ асос мегузорад [10–М], [11–М].

5. Муайян карда шуд, ки истифодаи вобастагиҳои бадастомада имкон медиҳад танзими тасвири рақамӣ мутобиқ ба хусусиятҳои зарурии рангии нақши чопӣ бо суръати бештар анҷом дода шавад. Ин равиш муҳлати иҷрои фармоишхоро кӯтоҳ намуда, зарурати чопи намунаҳои санчишии рангро дар матоъ кам мекунад ва ба сарфаи матоъ, инчунин коҳиши сарбории таҷҳизоти чопӣ мусоидат менамояд [21–М], [25–М].

6. Самаранокии истифодаи моддаҳои нави ғаёли сатҳии амфолитӣ ва катионӣ дар таркиби композитсияи пешазчопӣ барои пурзӯр намудани раванди чопи рақамии матоъҳои селлюлозӣ бо рангҳои ғаёл ба таври таҷрибавӣ тасдиқ карда шуд. Параметрҳои мувофиқи концентратсионии истифодаи ин интенсификаторҳо муайян гардиданд [8–М], [9–М], [26–М].

### ТАВСИЯҲО

Натиҷаҳои таҳқиқоти диссертатсионӣ барои истифода дар корхонаҳои саноати сабук ва насочӣ, ки ба омодазӣ, пардоздихӣ ва чопи мустақими рақамии матоъҳои пахтагин бо рангҳои ғаёл машғул мебошанд, тавсия карда мешаванд. Барои баланд бардоштани сифати чоп истифодаи биоомодасозии ферментативӣ ва коркарди катионии матоъ мувофиқи мақсад буда, онҳо ба бештар гардидани хосиятҳои сатҳии мавод, баланд шудани дараҷаи фиксатсияи ранг, шиддати ранг ва устувории нақши чопшуда мусоидат менамоянд.

Ҳангоми омодагии тасвири рақамӣ ба чоп ба инобат гирифтани вобастагиҳои муайянгардида байни параметрҳои тасвир — контрастнокӣ, равшанӣ ва миқёс — ва хусусиятҳои рангии матои чопшуда тавсия карда мешавад. Ин имкон медиҳад, ки натиҷаи чоп пешакӣ пешгӯӣ гардида, шумораи намунаҳои санчишӣ, сарфи матоъ ва сарбории таҷҳизоти чопӣ кам карда шавад.

Дар шароити истеҳсоли истифодаи композитсияҳои пешазчопӣ бо моддаҳои ғаёли сатҳии амфолитӣ ва катионӣ тавсия мегардад, зеро онҳо ба бештар шудани паҳншавии ранг, устувории интиқоли ранг ва равшании нақши чопӣ мусоидат

менамоянд. Натиҷаҳои бадастомада метавонанд ҳангоми таҳияи регламентҳои технологӣ, харитаҳои технологӣ ва дастурҳои истеҳсоли оид ба чопи рақамии матоҳҳои пахтагин истифода шаванд.

Маводи таҳқиқотӣ барои истифода дар раванди таълим ҳангоми омода намудани мутахассисон дар соҳаҳои технологияи маводи насочӣ, пардоздиҳии матоҳ, чопи рақамӣ ва дизайни насочӣ, инчунин ҳангоми иҷрои корҳои лабораторӣ, курсӣ, хатм ва илмӣ-таҳқиқотии донишҷӯён тавсия карда мешавад.

Рушди минбаъдаи ин самт бо омӯзиши таъсири усулҳои пешниҳодшуда ба дигар намудҳои матоҳҳои целлюлозадор, таркибҳои гуногуни рангҳои фабол, режимҳои технологӣ ва шароити истеҳсоли, инчунин бо истифодаи усулҳои рақамии пешгуи сифати чоп ва моделсозии нишондиҳандаҳои колориметрӣ алоқаманд мебошад.

### **ФЕҲРИСТИ НАШРИЯҲО ВОБАСТА БА МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ**

*Мақолаҳое, ки дар маҷалаҳои илмӣ нашр шудаанд ва аз ҷониби ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ҚОА Федератсияи Русия тавсия шудаанд:*

**[1-М] Юсупова Ш.А.** Эволюция национальных текстильных абровых орнаментов и современные их цифровые версии для печати на хлопчатобумажных тканях / Ш.А. Юсупова, А.В. Чешкова, К.А. Лапина // Научный журнал «Дизайн и технологии» № 91-92 (133-134). 2022г. РГУ им. А.Н. Косыгина. Москва. С. 20-30. ISSN 2076-4693.

**[2-А] Юсупова Ш.А.** Влияние подготовки цифрового изображения на результат струйной печати на текстильном плоттере активными чернилами / Е.А. Лапина, А.В. Чешкова, Ш.А. Юсупова, М.Д. Штуканов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности №2, 2024. Санкт-Петербург. ISSN 0021-3489. DOI: 10.46418/0021-3489\_2024\_66\_02\_13 С.74-77.

**[3-М] Юсупова Ш. А.** Влияние подготовки хлопчатобумажных тканей на качество цифровой прямой струйной печати активными чернилами / Е. А. Лапина, Ш. А. Юсупова, А. В. Чешкова, З.А. Яминзода, М.Д. Штуканов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. -2025. -№ 1 (415). -С. 152-158. -DOI: 10.47367/0021-3497\_2025\_1\_152. (Скопус)

**[4-М] Юсупова Ш.А.** Традиционные таджикские орнаменты и узоры иката в современном текстиле: сочетание культурного наследия в цифровых технологиях / А.С. Умарова, Ш.А. Юсупова // Вестник Технологического университета Таджикистана. № 1 (60) 2025. -С. 92–97. -ISSN 2707-8000.

**[5-М] Юсупова Ш.А.** Разработка состава для предварительной катионизации целлюлозной ткани перед цифровой печатью активными красителями / Ш.А. Юсупова, О.И. Одинцова, З.А. Яминзода, О.В. Козлова, Ш Анушервони. // Вестник Технологического университета Таджикистана. -2025. -№ 3 (62). -С. 94-102. -ISSN 2707-8000.

**[6-М] Юсупова Ш.А.** Применение амфолитных поверхностно-активных веществ для интенсификации цифровой печати активными красителями по хлопчатобумажным тканям / Ш.А. Юсупова, О.И. Одинцова, З. А. Яминзода, О. В.

Козлова, Ш Анушервони. // Вестник Технологического университета Таджикистана. 3 (62)2025. - С. 102-112. - ISSN 2707-8000.

**[7-М] Юсупова Ш.А.** Влияние подготовки хлопчатобумажных тканей на качество цифровой прямой струйной печати активными чернилами / Е.А. Лапина, Ш.А. Юсупова, А.В. Чешкова, З.А Яминзода, М.Д. Штуканов// Изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности. - 2025. - № 1(415). -с. 152-157. DOI 10.47367/0021-3497\_2025\_1\_152. ISSN 0021-3497. (Скопус)

**[8-М] Юсупова Ш.А.** Современные методы цифрового проектирования для создания орнаментов и икатов в таджикском текстиле. / Ш.А. Юсупова// Вестник Технологического университета Таджикистана. 1(64)2026 – С. 99-105. ISSN 2707-8000.

***Мақолаҳо ва маводҳо дар дигар нашрияҳо:***

**[9-М] Юсупова Ш.А.** О валянии кошем как отрасли ремесленной деятельности таджиков / Ш.А. Юсупова // Вестник Технологического университета Таджикистана (Серия гуманитарных наук и профессиональной педагогики). 1(3) 2019. - С. 123-126.

***Мақолаҳо дар маводи конференсҳо:***

**[10-М] Юсупова Ш. А.** Хусусиятҳои либоси мардонаи анъанавӣ ва камарбанди тоҷикони кӯхистон / Ш. А. Юсупова, А. С. Умарова, М. Р. Азимова // Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ «Амалигардонии саноаткунонии босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун ҳадафи чоруми стратегияи миллӣ». - Душанбе, 2021. - Р. 2. - С. 301- 307.

**[11-М] Юсупова Ш. А.** Бофти ҳунароҳои халқӣ ва аҳамияти эҳёи онҳо дар шароити Тоҷикистони соҳибхитӣ / Ш.А. Юсупова, А.С. Умарова, М.Р. Азимова // Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ «Амалигардонии саноаткунонии босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун ҳадафи чоруми стратегияи миллӣ».- Душанбе, 2021. - Р. 2. С.- 341 -343.

**[12-М] Юсупова Ш.А.** Анъанаҳои минтақавӣ дар маданияти либос. / Ш.А. Юсупова//Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ «Ҳамбастагии илм бо истеҳсолот дар раванди саноаткунонии босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон» - Душанбе, 2022. - Ч. 1. С.- 101-106.

**[13-М] Юсупова Ш. А.** Цифровая модификация абровых орнаментов для печати на хлопчатобумажных тканях с использованием текстильных принтеров /Ш.А. Юсупова// Материалы международной научно-практической конференции «Отечественный и зарубежный опыт при подготовке высококвалифицированных кадров для промышленных предприятий» -Ташкент, 2022. - Ч. 2. С - 119 - 122.

**[14-М] Юсупова Ш.А.** Дизайн будущего: одежда - трансформер / Ш.А. Юсупова, А.С. Умарова, М.Р. Азимова // Материалы республиканской научно-практической конференции «Взаимосвязь науки с производством в процессе ускоренной индустриализации Республики Таджикистан» 2022 г.-Душанбе, Ч.1. С. - 48-49.

**[15-М] Юсупова Ш.А.** Цифровые технологии печати для воспроизведения русских ситцев 1880 - 1920 гг. / Ш.А. Юсупова, А.В. Чешкова, З.А. Яминзода, А.С. Умарова// Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с

участием молодых ученых «Инновационные материалы и технологии в дизайне» - Санкт-Петербург, 2023. - С. 72 - 75.

[16-М] Юсупова Ш.А. Народные промыслы и их возрождение в Таджикистане / Ш.А. Юсупова // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий» (Материаловедение - 2023). - Казань : Изд-во КНИТУ, 2023. - С. 35 - 36. - ISBN 978-5-7882-3330-7.

[17-М] Юсупова Ш.А. Этнокультурные традиционные бесшовные таджикские ткани икат с применением цифровой печати / Ш.А. Юсупова// Материалы международной конференции «Роль дуального образования в подготовке высококвалифицированных кадров для отраслевых предприятий» – Ташкент: ТИТиЛП, 2023.- С. - 313-115.

[18-М] Юсупова Ш.А. Этнографическое исследование традиционных техник текстильного ремесла в Таджикистане: анализ ткацких узоров, орнментов, иката и инновационные подходы в контексте цифровой технологии / Ш.А. Юсупова // Всероссийская научная конференция молодых исследователей с международным участием «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов». - Москва: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2024. - Ч. 1. - С. 317 - 321. - ISBN 978-5-00181-572-3.

[19-М] Юсупова Ш.А. Практика цифровой печати на тканях с применением текстильных плоттеров / А. В. Чешкова, Е. А. Лапина, А. С. Умарова, Ш.А. Юсупова // Материалы международной научно-практической конференции «Эффективность соотношения науки с производством в условиях ускоренной индустриализации» - Душанбе. 2024. - С. 143 - 152.

[20-М] Юсупова Ш.А. Оптимизация прямой цифровой печати на хлопчатобумажных тканях / А. В. Чешкова, Е. А. Лапина, З. А. Яминзода, Ш. А. Юсупова// Материалы международной конференции «Научное сотрудничество в евразийском пространстве: цифровизация и модернизация промышленности с применением искусственного интеллекта». - Душанбе, 2025. - С. 205 - 212.

[21-М] Юсупова Ш.А. Цифровая трансформация текстильной промышленности Таджикистана: между традицией иката и современными технологиями / Ш.А. Юсупова // Материалы международного форума «Научное сотрудничество в Евразийском пространстве: цифровизация и модернизация промышленности с применением искусственного интеллекта» - Душанбе, 2025. - С. 219 – 220.

[22-М] Юсупова Ш.А. Текстильная цифровая печать особенности и перспективы в таджикском текстиле / Ш.А. Юсупова // Материалы республиканской конференции «Научные инновации и изобретения в точных и инженерных науках как ключевой фактор устойчивого развития» Душанбе. - 2026 года). -С. 257-260.

*Шоҳидномаҳо оид ба ихтироъҳо, патентҳо ва санадҳои татбиқ:*

[23-М] Юсупова Ш.А., Яминзода З.А., Чешкова А.В., Одинцова О.И., Анушервони Ш. Усул барои катионизатсияи пешакӣ (катеонӣ) кардани матои

селлюлозӣ барои чопи рақамӣ бо рангҳои ғаёлол. - Патенти хурд, № 2502114. – Нашршуда 16.06.2025.

**[24-М] Юсупова Ш.А.** Санади санчишҳои истеҳсоли оид ба чопи рақамии нақшҳои аслии «Атлас» бо рангҳои ғаёлол дар принтери насосҷӣ. - Ҷамъияти саҳҳомии кушода «Самойловский насосҷӣ», шаҳри Иваново. - 23.08.2023.

**[25-М] Юсупова Ш.А.** Санади татбиқи натиҷаҳои кори илмӣ-таҳқиқотӣ оид ба чопи таҷрибавӣ дар пахтаи бофтаи сатинӣ: нақшҳои нодир, ки бо истифодаи нармафзорӣ *Inkscape* таҳия шудаанд, бомуваффақият амалӣ гардиданд. Нусхаҳои рақамии нақшҳо бе тағйири иловагӣ аз ҷониби мутахассисони истеҳсолот истифода шуданд. Барои сохтани нақшҳои бидуни шеваҳои ҷудошаванда, намунаҳои «атлас» дар ду шакл истифода шуданд: сафедзаминӣ (бо майдони нақш то 50%) ва «заминӣ» (бо фаро гирифтани 100% сатҳи матоъ). - Ҷамъияти масъулияти маҳдуди «Пилаи тоҷик», шаҳри Душанбе. - Исомуддинов М.Б., 20.09.2025.

### **Рӯйхати адабиёти истифодашуда:**

[1]. Гранатович Н. Н., Тараканов М. К., Кричевский Г. Е. Разработка технологии эффективной подготовки текстильных материалов под цифровую печать активными красителями с применением катионных препаратов / Н. Н. Гранатович, М. К. Тараканов, Г. Е. Кричевский // Научный альманах: специальный выпуск журнала «Текстильная промышленность». – 2006. – № 7. – С. 30–35.

[2]. Gooby B. The development of methodologies for color printing in digital inkjet textile printing and the application of color knowledge in the ways of making project / B. Gooby // Journal of Textile Design Research and Practice. – 2020. – Vol. 8. – № 3. – P. 358–383.

[3]. Javoršek D., Javoršek A. Colour management in digital textile printing / D. Javoršek, A. Javoršek // Coloration Technology. – 2011. – Vol. 127. – № 4. – P. 235–239.

[4]. Moon S., Chae Y. Quantitative analysis of the color accuracy and reproducibility in digital textile printing: Discrepancies within color reproduction media / S. Moon, Y. Chae // Textile Research Journal. – 2025. – Vol. 95. – № 9–10. – P. 1053–1069.

[5]. Гранатович Н. Н. Разработка эффективной технологии подготовки хлопчатобумажной ткани под цифровую компьютерную печать активными красителями : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.19.02. – М., 2007.

[6]. Топорищева Н. А., Мухина Е. Н., Чешкова А. В. Биохимическая технология подготовки для получения актуальных гладкокрашенных котонинсодержащих тканей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. – № 5 (389). – С. 62–68.

[7]. Джаборова Ш. Р., Топорищева Н. А., Чешкова А. В., Яминзода З. А. Перспективы ферментной экоподготовки хлопковых и полушелковых тканей для колорирования активными красителями // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2020. – № 1 (40). – С. 53–56.

[8]. Чешкова А. В., Топорищева Н. А., Коткова Т. С., Фролова О. А., Кабешов А. А. Практика получения гладкокрашеных хлопкольняных тканей с природно-окрашенным котонином // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2023. – № 6 (408). – С. 143–149.

[9]. Топорищева Н. А., Чешкова А. В., Каменева О. А., Фролова А. А. Биоотварка в технологиях получения актуальных гладкоокрашенных тканей на основе котонина льна // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 2022. – Т. 56. – № 3. – С. 20–26.

[10]. Скобова Н. В., Ясинская Н. Н. Экспериментальные исследования процесса биообработки льняных тканей // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – Вып. 25. – С. 59–63.

[11]. Ясинская Н. Н., Скобова Н. В., Котко К. А. Применение ферментных препаратов пектинолитического действия для подготовки льняных тканей к колорированию // Вестник ВГТУ. – 2018.

[12]. Tzanov T. et al. Bio-preparation of cotton fabrics // Enzyme and Microbial Technology. – 2001. – Vol. 29. – № 6–7. – P. 357–362.

[13]. Aly A. S., Moustafa A. B., Hebeish A. Bio-technological treatment of cellulosic textiles // Journal of Cleaner Production. – 2004. – Vol. 12. – № 7. – P. 697–705.

## АННОТАЦИЯ

на диссертацию Юсуфзода Шахноза Азизбек на тему «Разработка сокращённой технологии подготовки к цифровой прямой печати активными чернилами на хлопчатобумажных тканях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.11.4. Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья.

**Ключевые слова:** цифровая печать, хлопчатобумажная ткань, активные чернила, биоотварка, предпечатная подготовка, катионизация, активные красители, CIELab,  $\Delta E$ , колориметрия, паттерн, икат, Inkscape, фиксация, ресурсосбережение.

В диссертационной работе исследована проблема повышения качества прямой цифровой печати на хлопчатобумажных тканях с использованием чернил на основе активных красителей. Цель работы заключается в изучении влияния подготовки цифрового изображения и состояния ткани на результат печати, а также в оптимизации параметров цифрового аналога рисунка и способа подготовки хлопчатобумажного материала для получения качественного печатного изображения по рациональной и экономной технологии.

В ходе исследования применялись методы цифровой обработки изображений, векторизации и разработки паттернов в графическом редакторе Inkscape, прямая цифровая печать на текстильном плоттере, биоотварка с использованием ферментных составов, предпечатная обработка, катионизация хлопчатобумажных тканей, а также колориметрические методы оценки качества печати в системе CIELab и по показателю цветового различия  $\Delta E$ . Для характеристики материалов определялись гидрофильные и капиллярные свойства, устойчивость окраски, а также физико-химические показатели подготовленных тканей.

В результате работы установлено влияние параметров цифрового изображения, включая яркость, контрастность и масштаб, на колориметрические характеристики печатного рисунка. Обоснована эффективность применения биоотварки и катионной обработки при подготовке хлопчатобумажных тканей к цифровой печати активными чернилами. Показано, что рациональный выбор способа подготовки ткани и состава предпечатной композиции способствует повышению степени фиксации красителя, улучшению цветопередачи, четкости рисунка и стабильности печатного результата, а также снижению расхода вспомогательных материалов и производственных потерь.

Научная новизна работы заключается в установлении зависимостей между параметрами цифрового аналога изображения, способами подготовки хлопчатобумажной ткани и колориметрическими показателями отпечатка. Впервые комплексно исследовано влияние ферментативной биоотварки на подготовку хлопчатобумажных тканей к прямой цифровой печати активными чернилами.

Полученные результаты рекомендуется использовать на предприятиях легкой промышленности при внедрении прямой цифровой печати на хлопчатобумажных тканях, разработке технологических регламентов, оптимизации предпечатной подготовки и создании декоративных текстильных изделий с применением национальных орнаментальных мотивов.

## АННОТАТСИЯ

ба диссертатсияи номзадии Юсуфзода Шаҳноза Азизбек дар мавзӯи “Таҳияи технологияи мучазшудаи омодагӣ ба чопи бевоситаи рақамӣ бо рангҳои ғаёол дар матоъҳои пахтагин” барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 2.11.4. Технология ва коркарди аввалияи маҳсулоти нассоҷӣ ва ашёи хом пешниҳод шудааст.

**Калидвожаҳо:** чопи рақамӣ, матои пахтагин, сиёҳҳои ғаёол, биоотварка, оmodасозии пешазчопӣ, катионизатсия, рангҳои ғаёол, CIELab, ΔE, колориметрия, паттер, икат, Inkscape, устувор, сарфаи захираҳо.

Дар диссертатсия масъалаи баланд бардоштани сифати чопи мустақими рақамӣ дар матоъҳои пахтагин бо истифодаи сиёҳҳои дар асоси рангҳои ғаёол таҳқиқ карда шудааст. Мақсади кор омӯзиши таъсири оmodасозии тасвири рақамӣ ва ҳолати матоъ ба натиҷаи чоп, инчунин оптимизатсияи параметрҳои аналоги рақамии нақш ва усули оmodасозии матоъ барои гирифтани тасвири босифат бо технологияи оқилона ва камхарҷ мебошад.

Дар рафти таҳқиқот усулҳои коркарди рақамии тасвирҳо, векторсозӣ ва таҳияи паттернҳо дар муҳаррири графии Inkscape, чопи мустақими рақамӣ дар плоттери нассоҷӣ, биоҷӯшонидан бо истифодаи таркибҳои ферментативӣ, оmodасозии пешазчопӣ, катионизатсияи матоъҳои пахтагин, инчунин усулҳои колориметрии арзёбии сифати чоп дар системаи CIELab ва нишондиҳандаи фарқияти ранг ΔE истифода шудаанд. Барои арзёбии хосиятҳои матоъҳои нишондиҳандаҳои гидрофилӣ, капиллярӣ, устувории ранг ва хусусиятҳои физикӣ-химиявии мавод мавриди омӯзиш қарор гирифтанд.

Дар натиҷаи таҳқиқот таъсири параметрҳои тасвири рақамӣ, аз ҷумла равшанӣ, контрастнокӣ ва миқёс, ба нишондиҳандаҳои колориметрии нақши чопшуда муайян карда шуд. Самаранокии истифодаи биоотварка ва коркарди катионӣ дар оmodасозии матоъҳои пахтагин барои чопи рақамӣ бо сиёҳҳои ғаёол асоснок гардид. Нишон дода шуд, ки мутобиқсозии ҳолати сатҳи матоъ ва таркиби пешазчопӣ ба баланд шудани дараҷаи фиксатсияи ранг, беҳтар гардидани равшании нақш, устувории интиқоли ранг ва коҳиши сарфи маводи ёрирасон мусоидат менамояд.

Навгони илмии кор дар муайян намудани вобастагиҳои байни параметрҳои аналоги рақамии тасвир, усулҳои оmodасозии матои пахтагин ва нишондиҳандаҳои колориметрии натиҷаи чоп ифода меёбад. Бори аввал таъсири биоотварка бо ферментҳо дар оmodасозии матоъҳои пахтагин ба чопи мустақими рақамӣ бо сиёҳҳои ғаёол ба таври комплексӣ таҳқиқ карда шуд.

Натиҷаҳои таҳқиқот барои корхонаҳои саноати сабук, махсусан дар равандҳои ҷорӣ намудани чопи мустақими рақамӣ дар матоъҳои пахтагин, таҳияи регламентҳои технологӣ, оптимизатсияи оmodасозии пешазчопӣ ва эҷоди маҳсулоти нассоҷии ороишӣ бо истифодаи нақшҳои миллӣ тавсия карда мешаванд.

## ANNOTATION

on the dissertation of Yusufzoda Shakhnoza Azizbek on the topic “Development of a shortened technology for preparation for digital direct printing with active inks on cotton fabrics”, submitted for the degree of candidate of technical sciences in specialty 2.11.4. Technology and primary processing of textile materials and raw materials,

**Keywords:** digital printing, cotton fabric, reactive inks, bioscouring, pre-printing treatment, cationization, reactive dyes, CIELab,  $\Delta E$ , colorimetry, pattern, ikat, Inkscape, fixation, resource saving.

The dissertation investigates the problem of improving the quality of direct digital printing on cotton fabrics using inks based on reactive dyes. The aim of the research is to study the influence of digital image preparation and the condition of the fabric on the printing result, as well as to optimize the parameters of the digital pattern analogue and the fabric preparation method in order to obtain a high-quality printed image using a rational and economical technology.

The study applied methods of digital image processing, vectorization and pattern development in the Inkscape graphic editor, direct digital printing on a textile plotter, bioscouring using enzyme compositions, pre-printing treatment, cationization of cotton fabrics, and colorimetric assessment of print quality using the CIELab system and the color difference index  $\Delta E$ . The hydrophilic and capillary properties of the fabrics, color fastness, and physicochemical characteristics of the prepared materials were also evaluated.

The research established the influence of digital image parameters, including brightness, contrast and scale, on the colorimetric characteristics of the printed pattern. The effectiveness of bioscouring and cationic treatment in preparing cotton fabrics for digital printing with reactive inks was substantiated. It was shown that the rational selection of fabric preparation methods and pre-printing composition improves dye fixation, color reproduction, pattern sharpness and print stability, while also reducing the consumption of auxiliary materials and production losses.

The scientific novelty of the work lies in establishing relationships between the parameters of the digital image analogue, the methods of cotton fabric preparation and the colorimetric indicators of the print. For the first time, the influence of enzymatic bioscouring on the preparation of cotton fabrics for direct digital printing with reactive inks was studied comprehensively.

The obtained results are recommended for use at light industry enterprises when introducing direct digital printing on cotton fabrics, developing technological regulations, optimizing pre-printing treatment and creating decorative textile products based on national ornamental motifs.