

В диссертационный совет 6D.КOA-050 на базе Технологического университета Таджикистана, 734061, г. Душанбе, ул. Н. Карабаева 63/3

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационное исследование Юсуфзода Шахнозы Азизбек на тему «Разработка сокращённой технологии подготовки к цифровой прямой печати активными чернилами на хлопчатобумажных тканях» представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.11.4. Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья. 2026г. 11 стр.

Диссертационная работа посвящена разработке сокращённой технологии подготовки хлопчатобумажных тканей к цифровой прямой печати активными чернилами на основе научно обоснованного выбора технологических параметров предварительной обработки, оптимизации состава подготовительных растворов, изучения взаимодействия активных красителей с волокнистым материалом и оценки качества получаемых печатных изображений. Работа относится к числу прикладных исследований, результаты которых имеют важное значение как для развития технологий цифровой текстильной печати, так и для практического внедрения ресурсосберегающих и экологически эффективных процессов на предприятиях текстильной промышленности Республики Таджикистан.

1. Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Тема, цель, задачи, объект, предмет и основные результаты диссертационной работы соответствуют паспорту научной специальности 2.11.4. Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья.

Исследование относится к пункту 3 паспорта специальности, предусматривающему оптимизацию технологических процессов на основе системного подхода к качеству исходного материала, технологической операции и готового продукта. В работе во взаимосвязи рассмотрены состояние суровой ткани, способ её подготовки, параметры электронного оригинала, состав предпечатной композиции и качество цифрового отпечатка.

Содержание диссертации соответствует пункту 15, поскольку раскрывает физико-химические основы операций подготовки и колорирования целлюлозосодержащих материалов: смачивание, капиллярное проникновение, сорбцию и фиксацию активного красителя, а также изменение поверхностного заряда целлюлозы при катионной обработке.

Разработка сокращённой технологии, направленной на уменьшение расхода воды, тепловой энергии и химических реагентов, соответствует пункту 16 паспорта специальности. Изучение координат цвета CIE Lab, цветового различия, интенсивности и устойчивости окраски относится к пункту 17 - основным принципам колорирования текстильных изделий.

Следовательно, диссертационная работа по своему содержанию и полученным результатам полностью находится в пределах заявленной научной специальности.

2. Актуальность темы диссертационной работы определяется современными трендами устойчивого развития текстильной промышленности, ключевым из которых является переход от аналоговых к цифровым технологиям печати. По данным аналитических агентств (Smithers, WTiN, Future Market Insights), среднегодовой темп роста рынка цифровой печати на текстильных материалах составляет 15–20%, и к 2028–2030 гг. прогнозируется достижение доли цифровой печати на уровне 25–35% от общего объёма печатной продукции.

В этой связи цифровые технологии прямой печати активными чернилами представляют собой одно из перспективных научных направлений в области текстильной химии, позволяющих реализовать принципиально новый уровень колорирования текстильных материалов. По сравнению с ротационной и сетчатой печатью цифровая технология обеспечивает высокую гибкость производства, позволяет оперативно выпускать малые партии продукции, реализовывать сложные дизайнерские решения и минимизировать объёмы незавершённого производства.

Вместе с тем цифровая печать активными чернилами по хлопчатобумажным тканям предъявляет повышенные требования к поверхности волокна. Результат определяется равномерностью смачивания, скоростью капиллярного переноса, ограничением бокового растекания капли, условиями сорбции и последующей фиксации активного красителя. Поэтому механическое перенесение традиционных схем подготовки ткани в цифровой процесс не всегда обеспечивает стабильный результат.

Традиционные схемы подготовки включают цикл операций, требующих значительных затрат времени, энергии, воды и химических реагентов. Для цифровой печати такие процессы зачастую оказываются избыточными либо нуждаются в существенной корректировке, поскольку их цель — обеспечить равномерность и глубину прокрашивания при классической печати, тогда как для струйной технологии первостепенное значение имеют иные параметры: смачиваемость поверхности, капиллярность, равномерность распределения чернил и стабильность их фиксации.

Разработка сокращённой технологии подготовки направлена на устранение этих противоречий. Её реализация позволит исключить или минимизировать ряд энерго- и ресурсозатратных операций, сохранив при этом высокое качество печати. Это соответствует глобальным трендам устойчивого развития текстильной индустрии, где приоритетными становятся снижение водопотребления, сокращение выбросов загрязняющих веществ и уменьшение углеродного следа. В условиях ужесточения экологических норм и роста стоимости энергоресурсов такие решения приобретают стратегическое значение.

С научной точки зрения актуальность исследования связана с необходимостью углублённого изучения взаимосвязи между параметрами предварительной обработки хлопчатобумажных тканей и ключевыми показателями качества цифровой печати — чёткими контурами рисунка, равномерностью распределения чернил, интенсивностью окраски и устойчивостью к внешним воздействиям. Требуется разработка научно обоснованных критериев оптимизации подготовки, учитывающих специфику струйной печати и свойства активных чернил, а также создание методик оценки эффективности сокращённых технологических схем.

Актуальность исследования усиливается использованием цифровых технологий для воспроизведения традиционных орнаментов «икат». Это позволяет сочетать технологическую модернизацию производства с сохранением и современным переосмыслением национального текстильного наследия.

Поэтому, разработка сокращённой технологии подготовки к цифровой прямой печати активными чернилами на хлопчатобумажных тканях представляет собой значимую научно-практическую задачу, решение которой способствует модернизации текстильного производства, повышению его экономической эффективности и экологической безопасности, а также укреплению позиций отечественной отрасли на внутреннем и внешнем рынках.

3. Степень научной новизны результатов диссертации и положений, выносимых на защиту. Научная новизна диссертационного исследования определяется установлением взаимосвязей между параметрами электронного оригинала, способом подготовки хлопчатобумажной ткани и колориметрическими характеристиками цифрового отпечатка.

К наиболее существенным результатам относятся количественные зависимости координат цвета и интенсивности окраски от контрастности, яркости и масштаба изображения. Тем самым предпечатная цифровая корректировка обоснована как самостоятельный управляемый фактор технологического процесса.

Научное значение имеют результаты сравнительной оценки традиционной химической подготовки и ферментативной биоотварки. Показано, что селективное удаление крахмальной шпихты и части сопутствующих примесей позволяет сформировать капиллярно-сорбционные свойства, необходимые для цифровой печати, без избыточного воздействия на природную целлюлозу.

Экспериментально раскрыта роль катионных и амфолитных веществ в изменении поверхностных свойств хлопчатобумажного материала, повышении сорбции анионных активных красителей, интенсивности окраски и степени фиксации. Установлена связь между составом предпечатной композиции и качеством воспроизведения изображения.

Существенным результатом является обоснование сокращённой схемы подготовки определённого ассортимента тканей, допускающей исключение стадии перекисного беления при соблюдении требований к исходному материалу и характеру печатного рисунка.

Положения, выносимые на защиту, отражают полученные автором закономерности и технологические решения, соответствуют цели и задачам работы и подтверждены материалами экспериментальной части.

4. Степень изученности научной темы. Анализ современного состояния исследований в области цифровой прямой печати по целлюлозным тканям активными чернилами свидетельствует о том, что данная проблематика раскрыта в научной литературе фрагментарно и не в полной мере.

Существующие работы преимущественно сосредоточены на отдельных технологических аспектах: в частности, изучены подходы к подготовке текстильных материалов под цифровую печать активными красителями с применением катионных препаратов; технологические возможности ферментной подготовки целлюлозосодержащих тканей и её

влияние на процессы последующего колорирования; применение ферментных препаратов пектинолитического действия для подготовки льняных и хлопчатобумажных тканей к колорированию; биотехнологическая обработка целлюлозных текстильных материалов как один из путей экологизации отделочного производства.

Значительное внимание уделено вопросам управления цветом и обеспечения воспроизводимости результатов в цифровой текстильной печати: рассмотрены методологические основы формирования печатного изображения, проанализированы проблемы согласования цифрового оригинала с конечным отпечатком, исследована точность цветопередачи при работе с различными материалами.

Однако в рамках имеющихся научных разработок отсутствует целостная картина, отражающая взаимосвязь ключевых факторов, определяющих качество печати. В частности, недостаточно исследовано совокупное влияние параметров цифрового аналога изображения, специфики биоотварки и особенностей катионной обработки хлопчатобумажной ткани на итоговые колориметрические характеристики отпечатка.

Настоящее исследование восполняет указанный пробел за счёт комплексного анализа влияния параметров цифрового аналога изображения и вариантов подготовки хлопчатобумажной ткани (включая биоотварку и катионную обработку) на колориметрические показатели отпечатка, а также в получении эмпирических и аналитических зависимостей, пригодных для прогнозирования качества цифровой прямой печати активными чернилами на текстильных плоттерах.

5. Объём и структура диссертации. Диссертационная работа включает введение, общую характеристику исследования, четыре главы, выводы и рекомендации, список использованных источников, перечень публикаций автора и приложения.

Работа изложена на 159 страницах, содержит 38 таблиц, 50 рисунков и список из 124 литературных источников. Структура диссертации соответствует логике исследования и обеспечивает последовательный переход от анализа проблемы к экспериментальной проверке предложенных решений и оценке эффективности их внедрения.

Оценка содержания диссертации по главам

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, определены объект и предмет исследования, представлены научная

новизна, положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость, степень достоверности, апробация и личный вклад соискателя. Основные элементы научного аппарата согласованы между собой и соответствуют содержанию работы.

Первая глава диссертации посвящена анализу современного состояния и тенденций развития цифровой печати на текстильных материалах. Автором рассмотрены технологические особенности реализации цифровой прямой печати, осуществляемой на специализированных текстильных принтерах, которые обеспечивают высокое разрешение воспроизведения изображения за счёт управляемого капельно-струйного формирования красочного слоя в соответствии с цифровым макетом.

Отмечено, что развитие рынка цифровой печати по текстилю обусловлено совокупностью рыночных тенденций, технических инноваций и внедрением новых производственных решений. В 2023–2024 гг. одной из ключевых тенденций стала одноэтапная цифровая печать по хлопчатобумажным тканям с использованием пигментных и активных чернил. Внедрение цифровых плоттеров в производственную практику требует адаптации оборудования к точной цветопередаче на текстильных материалах, что приобретает особую значимость при печати на рулонных устройствах. Корректировка параметров изображения посредством изготовления пробного оттиска увеличивает продолжительность производственного цикла, в связи с чем возникает необходимость в разработке решений, позволяющих исключить данный этап из технологического процесса.

В главе констатируется, что на современном этапе развития отделочного производства наблюдается тенденция к разукрупнению предприятий и выводу с рынка технически не оснащённых производств. Среди множества известных технологий нанесения изображения на ткань наиболее востребованными в настоящее время признаны текстильные плоттеры. Существенным технологическим преимуществом цифровой струйной печати является отсутствие механического контакта между печатающим элементом и текстильным материалом, что обеспечивает универсальность метода по отношению к материалам различного волокнистого состава. Достижимые при этом параметры качества печати сопоставимы с показателями ротационной печати, реализуемой на поточных отделочных линиях.

Проведённый в первой главе анализ позволяет заключить, что исследование 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, повышения требований к воспроизводимости цветопередачи и ужесточения экологических норм. 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.

Вторая глава носит методический характер и включает описание объектов исследования, применяемых материалов, режимов подготовки тканей (в том числе ферментативной 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 целевого назначения в суровом виде.

В третьей главе представлены основные экспериментальные результаты. Выполнены оцифровка, векторизация, композиционная адаптация и колористическая корректировка орнаментов «икат», разработаны паттерны для промышленной печати по тканям бельевого назначения шириной до 220 см.

Установлено влияние контрастности, яркости и масштаба цифрового оригинала на координаты цвета и визуальную структуру отпечатка. Эти зависимости имеют практическое значение для предварительной корректировки электронного файла и сокращения числа пробных печатей.

Сравнительная оценка способов подготовки показала влияние гидрофильности и капиллярности ткани на растекание капли, чёткость рисунка и интенсивность окраски. Ферментативная биоотварка обеспечивает селективное удаление технологических загрязнений и формирует необходимые свойства материала при более мягком воздействии на целлюлозу.

При исследовании катионных, амфолитных веществ и полиэлектролитов подтверждено, что изменение поверхностного заряда целлюлозы усиливает взаимодействие с анионными активными

красителями и способствует повышению интенсивности и степени фиксации окраски.

Практическая достоверность результатов подтверждается малым патентом Республики Таджикистан №2502114, производственными испытаниями на ОАО «Самойловский текстиль» и внедрением результатов на ООО «Пилай точик». Полученные материалы характеризуются устойчивостью к сухому и мокрому трению на уровне 4 баллов, к стирке и поту — 4–5 баллов.

Четвёртая глава посвящена технико-экономическому обоснованию внедрения разработанной технологии подготовки хлопчатобумажных тканей к прямой цифровой печати активными красителями.

Экономическая значимость работы подтверждается снижением затрат на подготовку хлопчатобумажной ткани на 46,7 %, уменьшением расхода активных чернил и получением суммарного прямого экономического эффекта в размере от 5 969,4 до 14 649,4 сомони на 1000 погонных метров ткани.

В заключительной части сформулированы шесть основных выводов и практические рекомендации. Они соответствуют поставленным задачам и отражают основные результаты экспериментальной и расчётной частей.

6. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость диссертации. Научная значимость работы состоит в развитии представлений о совместном влиянии цифровых настроек изображения и капиллярно-сорбционного состояния хлопчатобумажной ткани на формирование цифрового отпечатка активными чернилами.

Практическая значимость определяется разработанными рекомендациями по выбору параметров цифрового оригинала, применению ферментативной биоотварки, использованию катионных и амфолитных добавок и составлению предпечатной композиции.

Экономическая значимость подтверждается сокращением затрат на подготовку материала и возможностью снижения расхода дорогостоящих активных чернил. Экологический эффект связан с уменьшением количества обработок, потребления воды, тепловой энергии и химических реагентов, а также снижением загрязнённости сточных вод.

Социальная и культурная значимость проявляется в сохранении и цифровом воспроизведении традиционной орнаментики, расширении ассортимента текстильной продукции и повышении её конкурентоспособности.

7. Публикации результатов исследования по теме диссертации

Основные результаты исследования прошли апробацию на международных и республиканских научно-практических конференциях в Душанбе, Ташкенте, Санкт-Петербурге, Казани и Москве.

По теме диссертации опубликованы 22 научные работы: 6 статей в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан и Российской Федерации, 2 статьи в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus, и 14 статей в других научных журналах и сборниках конференций. Получен один малый патент Республики Таджикистан, имеются два акта внедрения.

Тематика публикаций соответствует содержанию диссертации и охватывает цифровое воспроизведение орнаментов, управление параметрами изображения, ферментативную подготовку ткани, катионную модификацию и оценку колориметрических характеристик.

8. Соответствие диссертации требованиям ВАК при Президенте РТ.

Диссертация представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, характеризующееся внутренним единством и содержащее новые научно обоснованные технологические решения.

Достоверность основных положений обеспечивается использованием современных методов колориметрической и физико-химической оценки, сравнением с контрольными вариантами, производственными испытаниями, малым патентом и актами внедрения.

По содержанию, объёму, научной новизне, достоверности и практической значимости работа соответствует требованиям пунктов 31, 33, 34 и 35 Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года №267.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и требованиям указанного Порядка. В нём отражены актуальность темы, цель и задачи, объект и предмет, научная новизна, положения, выносимые на защиту, практическая значимость, достоверность результатов, сведения об апробации, внедрении и публикациях.

Существенных расхождений между авторефератом и диссертацией не выявлено.

Замечания по диссертационной работе

1. В табл. 3.5 на с. 82 приведены значения капиллярного подъёма хлопчатобумажных тканей после различных способов подготовки. Для более полного практического использования полученных результатов целесообразно было бы указать рекомендуемый диапазон капиллярности ткани, обеспечивающий достаточное смачивание материала и одновременно ограничивающий избыточное растекание капель активных чернил.

2. В разделе 3.4 на с. 88–90 и на рис. 3.15 показано, что рекомендуемая концентрация загустителя для биоотваренной ткани составляет 50 г/л, тогда как для отбеленной ткани требуется более высокая концентрация. Представляло бы научный интерес более подробно объяснить данное различие с учётом изменения гидрофильных и капиллярно-сорбционных свойств тканей после различных способов подготовки.

3. В табл. 3.18 на с. 101 представлены результаты влияния катионных поверхностно-активных веществ на интенсивность окраски хлопчатобумажных тканей. Для более аргументированного выбора наиболее эффективного препарата желательно было бы дополнить исследование краткой сравнительной характеристикой функциональных свойств применённых катионных веществ и особенностей их взаимодействия с целлюлозой и активными красителями.

4. В первом выводе на с. 130 указана возможность использования разработанных цифровых орнаментов при прямой струйной печати пигментными чернилами, тогда как тема и основная экспериментальная часть диссертации посвящены печати активными чернилами. В целях обеспечения терминологического единства работы данную формулировку следует уточнить.

Высказанные замечания имеют уточняющий и дискуссионный характер, не ставят под сомнение достоверность основных результатов и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение. Диссертационная работа Юсуфзода Шахноза Азизбек на тему «Разработка сокращённой технологии подготовки к цифровой прямой печати активными чернилами на хлопчатобумажных тканях» является завершённым научно-квалификационным исследованием, в котором решена актуальная научно-техническая задача совершенствования технологии подготовки хлопчатобумажных тканей к цифровой прямой печати на основе оптимизации технологических параметров

предварительной обработки, повышения качества печатных изображений и эффективности производственного процесса.

Работа обладает научной новизной, практической значимостью и производственной направленностью. Полученные результаты подтверждены экспериментальными исследованиями, изучением физико-химических и колористических характеристик обработанных тканей, разработкой рациональной технологии подготовки материалов к печати, внедрением результатов в производство, а также публикациями автора.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Юсуфзода Шахнозы Азизбек соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.11.4. Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья.

Официальный оппонент:

доктор технических наук
(05.19.02 – Технология и первичная
обработка текстильных материалов и сырья),
профессор кафедры материаловедения, товароведения,
стандартизации и метрологии
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
политехнический университет», г. Иваново

Алеева

Светлана Владимировна

«15» июня 2026 г.

Адрес: 153000, Российская Федерация, г. Иваново,
г. Иваново, Шереметевский проспект, 21,
Тел.: +7(920)3411955
E-mail: E-mail: svetlana19750710@gmail.com

Подпись Алеевой С.В. подтверждаю:

Ученый секретарь ИВГПУ
д.т.н., доцент



Грузинцева

Татьяна Александровна

«15» июня 2026 г.