



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
(до 2016 года «Вестник
Костромского государственного
технологического университета»)

Издается с 1999 года

2019

№ 3(45)

НОЯБРЬ

TECHNOLOGIES & QUALITY

SCHOLARLY JOURNAL
(up to 2016 “Bulletin
of the Kostroma State
Technological University”)

Appears since 1999

2019

№ 3(45)

NOVEMBER

Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) с 2011 года

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**Главный редактор**

ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ РУДОВСКИЙ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

Ответственный редактор

СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА СМИРНОВА
кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

ВИГЕН Х. АРАКЕЛЯН

профессор, Национальный институт прикладных наук
(г. Ренн, Франция)

НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ БЕСЧАСТНОВ

доктор искусствоведения, профессор, Российский
государственный университет им. А. Н. Косыгина
ГРИГОРИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ БУКАЛОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет
СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет
ВИКТОР АРКАДЬЕВИЧ ГЛАЗУНОВ

доктор технических наук, доктор философских наук,
Институт машиноведения им. А. А. Благонравова

Российской академии наук (Москва)

АРТЕМ РУФИМОВИЧ ДЕНИСОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет
ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЖУКОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет
ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА

кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственной университет
МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственной университет
ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургская государственная
художественно-промышленная академия
им. А. Л. Штиглица

МИХАИЛ ОЛЕГОВИЧ КОЛБАНЕВ

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет

АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет
АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН

доктор технических наук, профессор,
Ивановский государственный политехнический университет

СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН

доктор технических наук, профессор, Московский
государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

НАДЕЖДА АНАТОЛЬЕВНА СМИРНОВА
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВЕРОВ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ВЕЙЛИН СЮ

профессор, Уханьский текстильный университет (КНР)

СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ УГРЮМОВ

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет им. С. М. Кирова

EDITORIAL BOARD STAFF:**Editor-in-chief**

PAVEL NIKOLAEVICH RUDOVSKY
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

Executive Secretary

SVETLANA GENNADIEVNA SMIRNOVA
Candidate of Technical Sciences, Docent,
Kostroma State University

VIGEN Kh. ARAKELIAN

Professor, National Institute of Applied Sciences
(the City of Rennes, France)

NIKOLAY PETROVICH BESCHASTNOV

Doctor of the Science of Art, Professor,
Kosygin Russian State University

GRIGORIY KONSTANTINOVICH BUKALOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

SERGEY ILICH GALANIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

VIKTOR ARKADYEVICH GLAZUNOV

Doctor of Technical Sciences, Doctor of Philosophical Sciences,
Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute
of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

ARTEM RUFIMOVICH DENISOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

VLADIMIR IVANOVICH ZHUKOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

LYUDMILA YURYEVNA KIPRINA

Candidate of Technical Sciences, Docent,
Kostroma State University

MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELEV

Doctor of Technical Sciences, Docent,
Kostroma State University

ZHANNA YURYEVNA KOYTOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint Petersburg State

art and industrial Academy
named after A. L. Stieglitz

MIKHAIL OLEGOVICH KOLBANEV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint-Petersburg State

University of Economics

ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEKSEY YURYEVICH MATROHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Bauman Moscow State Technical University

NADEZHDA ANATOLEVNA SMIRNOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

WEILIN XU

Professor, Wuhan Textile University (China)

SERGEY ALEKSEYEVICH UGRYUMOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint-Petersburg State

Forest Engineering University named after S. M. Kirov

ЖУРНАЛУ «ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО» 20 ЛЕТ

В ноябре 1999 года вышел в свет первый номер журнала «Вестник Костромского государственного технологического университета», который явился предшественником журнала «Технологии и качество», освещающего проблематику в области технических наук по вопросам, входящим в круг интересов ученых нашего университета.

Таким образом, в ноябре 2019 года журнал «Технологии и качество» празднует свой 20-летний юбилей.

Создание журнала тесно связано с именем проректора по научной работе КГТУ Корабельникова Ростислава Васильевича. Известный ученый, специалист в области механики, текстильной технологии и проектирования технологических машин, проработавший всю сознательную жизнь в высшей школе, он был, несомненно, талантливым педагогом. Он считал научную работу неотъемлемой частью учебного процесса, без которой невозможно формирование специалиста-профессионала высокой квалификации. Поэтому не только сам постоянно занимался научной работой, но и привлекал к ней молодых исследователей буквально со студенческой скамьи. Он считал, что для исследователя ученая степень кандидата технических наук является только первой ступенькой, которая дает возможность в дальнейшем работать самостоятельно, ставить и решать научные задачи, исходя из своего индивидуального видения проблемы. Он всячески старался помогать молодым людям, пришедшим в науку, достичь этой первой ступеньки. Поэтому одной из первых задач, которые он поставил перед вузом, заняв в 1997 году должность проректора по НР, стало предоставление дополнительной возможности для ученых КГТУ публиковать результаты исследований и знакомить с ними научную общественность, поддерживать дух свободной дискуссии вокруг научных проблем, без которого трудно представить развитие науки.

Для осуществления задуманного в 1999 году по инициативе Ростислава Васильевича создается научный журнал «Вестник Костромского государственного технологического университета». С момента его создания Ростислав Васильевич стремился обеспечить высокий уровень требований к качеству публикаций в нем. Имея большой опыт работы в редколлегии журнала «Известия вузов. Технология текстильной

промышленности», он постарался перенести лучшие традиции этого авторитетного журнала в новый.

Отражением этого явилось требование независимого рецензирования статей, их реферирование в ВИНИТИ, ограничение на количество публикаций одного автора в каждом отдельном номере журнала.



**Основатель журнала
профессор Р. В. Корабельников**

Одновременно с высокими требованиями к публикациям в журнале Ростислав Васильевич заботился о повышении его статуса. Для этого в 2005 году по его инициативе журнал «Вестник Костромского государственного технологического университета» был зарегистрирован в Верхне-Волжском управлении Федеральной службы по надзору в сфере массовых коммуникаций за соблюдением законодательства и охране культурного наследия как средство массовой информации, с 2008 года ведется работа по включению его в список ведущих рецензируемых научных журналов, определенных ВАК РФ для публикации результатов кандидатских и докторских диссертаций. В рамках этой работы получен ISSN, журнал «Вестник Костромского государственного технологического университета» включен в подписной каталог «Пресса России».

В начале 2000-х годов основные научные направления вуза концентрировались в области совершенствования существующих и создания новых технологических процессов и оборудования текстильной промышленности с улучшен-

ными потребительскими и специальными свойствами, повышения эффективности, надежности и долговечности текстильного оборудования. В журнале публиковались также статьи по проблемам экологии, разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами и систем автоматизированного проектирования, совершенствования организации и управления в текстильной промышленности, проектирования и художественного оформления изделий текстильной и легкой промышленности, проблемам лесопромышленного комплекса. Стремительное изменение внешней среды на рубеже веков, появление запроса общества на доступное высшее образование в короткое время привели к эволюционному сдвигу структуры научно-педагогических направлений. Некогда отраслевой вуз становится многопрофильным региональным университетом. В КГТУ к тому времени сложилась признанная экономическая научная школа, проводились широкие исследования по проблемам истории, культурологии, юриспруденции, других социальных и гуманитарных наук. Включение соответствующих рубрик в журнал превратило его в мультидисциплинарное издание, что в значительной степени дезориентировало читателей. Поэтому, уже начиная с третьего номера (2001 г.), нечетные номера включали статьи по техническим наукам, а четные – по экономике и гуманитарным наукам. В 2005 году «Вестник Костромского государственного технологического университета» был зарегистрирован в Роскомнадзоре как научный журнал.

К 2007 году объединение в одном номере статей по техническим, экономическим и гуманитарным наукам стало тормозом в развитии журнала: оно не только размывало интерес авторов и читателей, но и не позволяло печатать в приемлемые сроки поступающие в редакцию статьи. Поэтому с 2008 года журнал «Вестник Костромского государственного технологического университета» выходил в виде трех специализированных номеров по техническим, экономическим и гуманитарным наукам. Логическим завершением этого процесса явилась регистрация в 2011 году отдельных журналов гуманитарной, экономической и юридической направленности:

– Вестник Костромского государственного технологического университета. Государство и право: вопросы теории и практики (серия «Юридические науки»), ISSN 2225-5087;

– Костромской гуманитарный вестник, ISSN 2225-9430;

– Вестник Костромского государственного технологического университета. Серия «Экономические науки», ISSN 2226-3926.

В 2011 г. он вошел в Российский индекс научного цитирования и с этого времени стал широко известен среди вузов и научных организаций, имеющих общие с КГТУ направления исследований.

«Вестник Костромского государственного технологического университета» окончательно сложился как журнал, освещающий проблемы технических наук по тематике исследований, проводимых в вузе, как это и задумывалось при его создании. С этого времени журнал выходил два раза в год.

За годы издания журнала в нем опубликовано 1417 статей. В числе их авторов – специалисты не только КГТУ, но и ряда других вузов и НИИ из России и ближнего зарубежья. Среди них есть как известные в своей области ученые, так молодые исследователи. Журнал способствовал становлению многих молодых ученых, публикуя материалы кандидатских и докторских диссертаций. Несмотря на то что журнал был ориентирован на весь спектр научных исследований, проводимых в КГТУ, большая часть опубликованных в нем статей посвящена проблемам легкой промышленности.

Несомненно, создание в 2016 году опорного вуза Костромской области путем реорганизации двух вузов в форме присоединения Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова к Костромскому государственному технологическому университету (приказ Министерства образования и науки РФ № 196 от 10 марта 2016 года) стало главным событием в научно-образовательном пространстве Верхневолжья. За очень короткий срок Костромской государственный университет (КГУ) смог сформировать актуальную повестку развития. Это позволяет решать задачи повышения качества образовательного процесса по инженерно-техническим направлениям, расширять спектр прикладных исследований, привлекать дополнительные источники средств и ресурсов. Сегодня университет видит себя не только «кузницей кадров», но и региональным центром технологического развития, который обеспечивает отбор, адаптацию, внедрение и сопровождение перспективных технологий в интересах приоритетных сегментов экономики Костромской области. КГУ намерен серьезно продвинуться вперед в области проектирования композиционных материалов, материаловедения, трансфера технологий в новые области применения. Так, открытие центра аддитивных технологий позво-

лило не только создать современную материальную базу для учебного процесса, но и сделать наш вуз интересным для производителей оборудования и потребителей интеллектуальных и высокотехнологических продуктов.

В 2017 году был обновлен и журнал, который получил название «Технологии и качество». При его перерегистрации произошла не только смена названия.

Серьезно обновлен состав редакционной коллегии: она стала международной, в нее входят не только специалисты из КГУ, но и ряд ученых, представляющих известные своими научными достижениями организации. Расширилась и география авторов журнала. В нем представлены статьи ученых из разных городов России и ближнего зарубежья.

Мы уверены, что это будет способствовать повышению качества публикуемых мате-

риалов и росту авторитета журнала среди специалистов. В названии журнала в сжатом виде заключена цель его создания.

Сегодня журнал публикует статьи по проблематике технологий текстильной и легкой промышленности, дизайна, информационных технологий. С 2019 года статьям в журнале присваивается индекс DOI, что позволяет однозначно идентифицировать их в мировом информационном потоке.

Наш журнал стал коммуникационной площадкой для специалистов инженерных наук, работающих в областях, представленных в Костромском государственном университете, что, безусловно, способствует развитию инженерного образования и научных исследований в нашем вузе.

*Главный редактор журнала П. Н. Рудовский
Ответственный секретарь редакции С. Г. Смирнова*

ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

DOI 10.34216/2587-6147-2019-3-45-6-10

05.19.02 Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья
УДК 677.021

Кузнецова Наталья Сергеевна

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

leto044@yandex.ru

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЬЮРКОВОЙ ПРЯЖИ ДЛЯ ТРИКОТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ДВА СЛОЖЕНИЯ

В статье рассмотрены вопросы исследования физико-механических характеристик вьюрковой пряжи в два сложения, полученной с помощью модернизированного аэродинамического крутильного устройства (АКУ), определены рациональные параметры формирования льняной и оческовой пряжи, проведен сравнительный анализ неровноты пряжи по массе, сформированной из ровницы интенсивной химической обработки. На основе анализа исследований физико-механических характеристик вьюрковой пряжи определены рациональные значения технологических параметров вьюрковой прядильной машины, оснащенной трехвьюрковым АКУ. Использование АКУ с тремя вьюрками расширяет ассортимент получаемых вьюрковых пряж в связи с возможностью выработки оческовой пряжи в два сложения. Экспериментальным путем определены рациональные технологические параметры прядения оческовой ровницы.

Ключевые слова: аэродинамическое крутильное устройство, льняная пряжа, оческовая пряжа, вьюрковый способ, льняной трикотаж, вытяжной прибор, мычка.

Вьюрковое прядение льна обладает рядом преимуществ, к которым относятся в первую очередь высокая скорость формирования пряжи и специфическая структура, благодаря которой пряжа обладает пониженной изгибной жесткостью [1]. Пряжа может формироваться из ровницы разного волокнистого состава и структуры: вареной и беленой льняной ровницы; оческовой ровницы; бескруточной ровницы, получаемой мокрым способом [2–4].

Внедрение вьюрковых прядильных машин в текстильную промышленность приведет к резкому повышению производительности оборудования и расширению ассортимента готовой продукции. Повышение производительности достигается за счет разделения процессов кручения и наматывания. При этом аэродинамический вьюрок обеспечивает требуемый уровень крутки [5]. Использование вьюрковых прядильных машин позволит расширить ассортимент продукции, получаемой из льняной пряжи, так как вьюрковая пряжа обладает особыми свойствами: повышенной гибкостью, эллипсовидным сечением, пониженной круткой, следовательно, такая пряжа подходит для трикотажного произ-

водства. Льняной трикотаж пользуется высоким спросом на рынке текстильной продукции. Все вышеперечисленное говорит о том, что оснащение прядильных цехов льнокомбинатов прядильными машинами, осуществляющими формирование пряжи вьюрковым способом, благоприятно скажется на эффективности работы предприятия.

Кручение мычки на вьюрковой прядильной машине осуществляется не веретеном, а аэродинамическим крутильным устройством, в котором могут быть установлены от одного до трех пневматических вьюрков [6].

Для расширения ассортимента трикотажных полотен из вьюрковой пряжи автором предлагается способ получения вьюрковой пряжи в два сложения, в основу которого положен патент РФ на крутильное устройство [7].

На питании машины устанавливаются по две катушки с ровницей одного номера для заправки под один вытяжной валик (рис. 1а). Две мычки 1, выходящие из вытяжного прибора 2, параллельно проходят через вьюрки ложной крутки 3 и 4, где каждая получает закручивание, затем через соединительный вьюрок 5, аналогичный вьюркам 3 и 4, в результате чего мычки соединяются и продукт получает дополнитель-

ное закручивание, а затем в виде пряжи знакопеременной крутки наматывается на приемную бобину 6. При этом направление вращения сжатого воздуха во вьюрках постоянное как по

часовой стрелке, так и против (рис. 1б). Для удобства назовем варианты направления вращения воздуха следующим образом: $s - z - z$; $s - s - z$; $z - z - z$.

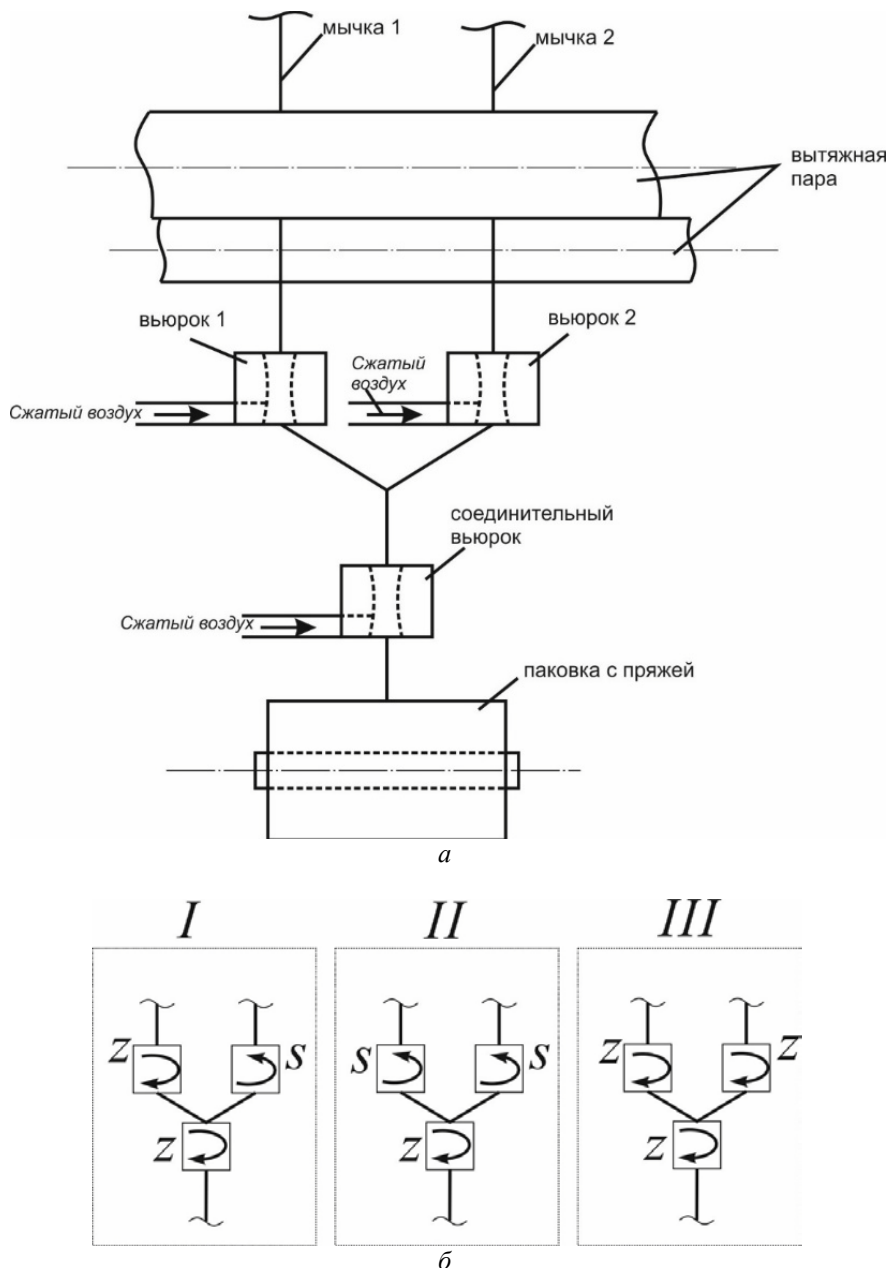


Рис. 1. Способ получения продукта знакопеременной крутки:

а – технологическая схема;

б – возможные варианты направления вращения сжатого воздуха во вьюрках

Была произведена наработка образцов льняной пряжи из ровницы интенсивной химической обработки (450 текс) и ровницы щелочной варки (826 текс) и оческовой пряжи из ровницы интенсивной химической обработки (900 текс) при разном давлении сжатого воздуха, подаваемого во вьюрки: 1–1–1,5; 1–1–2; 1,5–1,5–1,5 МПа. В ходе исследований трехвьюркового АКУ отмечено, что пряжу можно

вырабатывать, устанавливая любой из вариантов направления вращения сжатого воздуха во вьюрках. Влияние давления во вьюрках на качество пряжи и ход технологического процесса их формирования рассмотрены ранее [8], что позволило выбрать исходный уровень давления во вьюрках без проведения предварительного эксперимента. На рис. 2 приведены графики зависимости прочности от суммарного давления сжатого воздуха,

поданного в три вьюрка. Точки в виде ромбов – пряжа из ровницы интенсивной химической обработки, точки в виде крестов – пряжи из ровницы щелочной варки. Сравнивая 3 варианта направления вращения воздуха во вьюрках с точки зрения обеспечения прочности продукта, наиболее рациональными признаны варианты с разнонаправленным вращением воздуха. При этом наиболее стабильно протекал процесс формирования пряжи в том случае, когда вращение в верхних вьюрках было в одну сторону, а в нижнем – в противоположную. Говорить о функциональной зависимости в этом случае не имеет смысла, так как пряжа является продуктом в два сложения, давление подается в три вьюрка, разное по значению, определить влияние конкретного вьюрка на прочность пряжи невозможно.

Анализируя графические зависимости, можно отметить следующее. Наблюдается снижение разрывной нагрузки, если подать большее давление во вьюрки, что говорит о походе влияния давления, как и в случае двухвьюркового формирования пряжи, кроме случая, когда воздух во всех вьюрках вращается в одну сторону.

Пряжа из ровницы интенсивной химической обработки ($P_0 = 13,5$ сН/текс) более чем на 20 % прочней пряжи из ровницы щелочной варки ($P_0 = 10,5$ сН/текс). Следовательно, предпочтительный вид химической обработки ровницы – интенсивная. Пряжу из вареной ровницы вырабатывать можно, если есть в этом необходимость и возможность ее дальнейшей переработки, так как прочность при этом будет ниже.

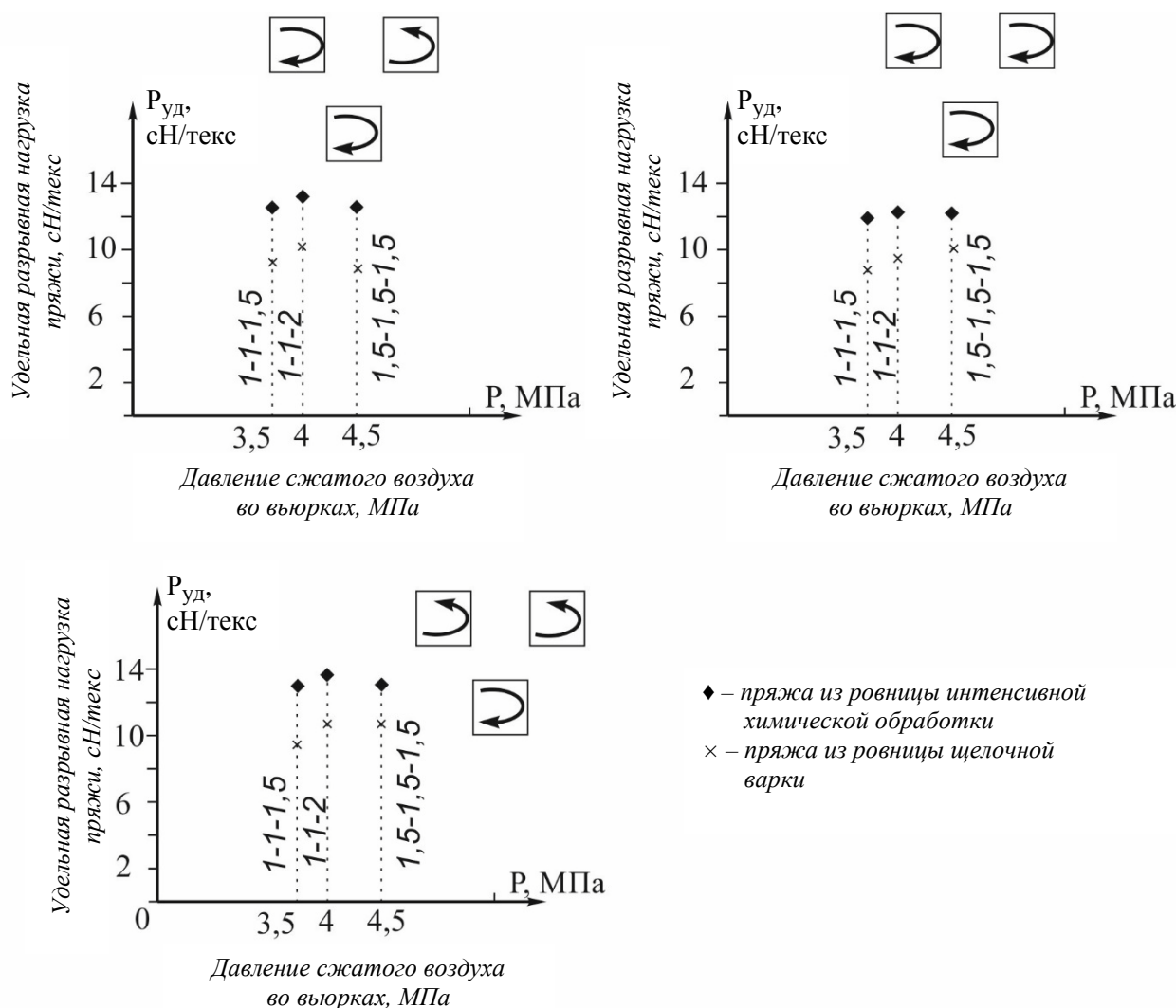


Рис. 2. Зависимость прочности пряжи от давления сжатого воздуха во вьюрках

В результате проверки на лабораторном автоматизированном комплексе КЛА-М неровноты по массе вьюрковой пряжи, произведенной на прядильной машине, оснащенной трех-

вьюрковым крутильным устройством, установлено следующее. При варианте направления вращения s-z-z: наиболее равномерный продукт получен при максимальном и минималь-

ном суммарных давлениях. При максимальном суммарном давлении получена наибольшая прочность пряжи. То есть при таком направлении вращения сжатого воздуха во вьюрках наиболее рациональными являются значения давления $P = 1,5$ атм во всех вьюрках. При варианте направления вращения $z - z - z$: наиболее равномерный продукт получен при минимальном суммарном давлении. То есть при таком направлении вращения сжатого воздуха во вьюрках наиболее рациональными являются значения давления $P = 1-1-1,5$ атм. При варианте направления вращения $s - s - z$: наиболее равномерный продукт получен при минимальном суммарном давлении. То есть при таком направлении вращения сжатого воздуха во вьюрках также наиболее рациональными являются значения давления $P = 1-1-1,5$ атм.

Сравнительный анализ спектрограмм, полученных в результате проверки на комплексе КЛА-М вьюрковой пряжи, сформированной при помощи трехвьюркового АКУ, показал незначительное влияние направления вращения сжатого воздуха во вьюрках на показатели неровности по линейной плотности. В целом можно отметить возможность наработки пряжи при любом направлении вращения сжатого воздуха во вьюрках; практически более выгодным с точки зрения обрывности оказался вариант, в котором воздух в верхних вьюрках вращается в одну сторону, а в нижнем в противоположную (вариант направления вращения $s - s - z$).

На основе проведенных исследований по применению усовершенствованного АКУ была изготовлена пряжа из оческовой ровницы интенсивной химической обработки линейной плотностью 900 текс. Технологические параметры прядения: направление вращения сжатого воздуха во вьюрках: в верхних вьюрках в одну сторону, в нижнем в противоположную, давление 0,15 МПа во всех вьюрках, вытяжка $E = 12$, нагон H около 9 %.

В ходе наработки оческовой пряжи установлено следующее:

1. Возможность формирования оческовой пряжи вьюрковым способом.
2. Обрывность на среднем уровне.
3. Прочность пряжи $P_{уд} = 8,1$ сН/текс.
4. Внешний вид продукта: пряжа чистая, без видимых шишек и утолщений.

Проведенные исследования подтверждают возможность расширения ассортимента выпускаемой продукции за счет применения разнообразного сырья на питании вьюрковой прядильной машины (рис. 3). Это приводит, в свою очередь, к повышению конкурентоспособности

предприятий в целом и повышению эффективности использования оборудования.

Из полученной пряжи было выработано трикотажное полотно, его формирование проходило без нарушений технологического процесса. В результате получен образец трикотажного полотна (рис. 4), что подтверждает возможность использования вьюрковой пряжи в трикотажном производстве.

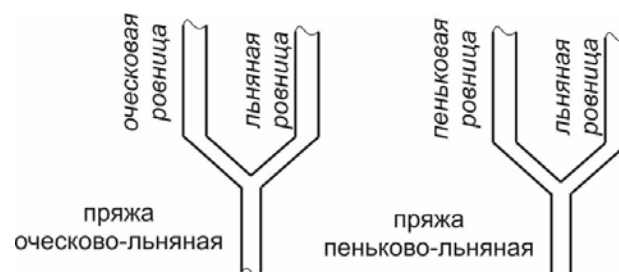


Рис. 3. Варианты смешивания при использовании трехвьюркового АКУ



Рис. 4. Образец трикотажного полотна, полученный из вьюрковой пряжи

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа исследований физико-механических характеристик вьюрковой пряжи определены рациональные значения технологических параметров вьюрковой прядильной машины, оснащенной трехвьюрковым АКУ, для выработки льняной пряжи: сырье – ровница интенсивной химической обработки; вариант направления вращения сжатого воздуха во вьюрках $s - s - z$; значения давления 1–1–1,5 МПа; нагон 9 %; вытяжка 12...20; скорость выпуска 60...70 м/мин.

2. Использование АКУ с тремя вьюрками расширяет ассортимент получаемых вьюрковых пруж, в связи с возможностью выработки оче-

сковой пряжи в два сложения. Определены рациональные технологические параметры пряжения: вариант направления вращения сжатого

воздуха во вьюрках $s - s - z$; давление 0,15 МПа во всех вьюрках, вытяжка $E = 10...12$, нагон $H = 9\%$; скорость выпуска 45...50 м/мин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецова Н. С., Ильин Л. С., Проталинский С. Е. Вьюрковое прядение льна. – Кострома, 2013. – 89 с.
2. Кузнецова Н. С., Титова У. Ю. Оценка возможности формирования льняной пряжи вьюрковым способом из бескруточной ровницы // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 6(366). – С. 100–105.
3. Кириллова Е. С., Рудовский П. Н., Соркин А. П. Влияние срока хранения увлажненной бескруточной ровницы на ее качество // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2006. – № 13. – С. 14–15.
4. Рудовский П. Н., Смирнова С. Г. Математическая модель прочности мокрой бескруточной ровницы из льна. – Деп. в ВИНТИ № 82-В2010 17.02.2010.
5. Кузнецова Н. С., Телицын А. А., Ильин Л. С. Особенности формирования крутки льняной вьюрковой пряжи без разделения зон кручения и намотки // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 1(343). – С. 57–60.
6. Кузнецова Н. С. Усовершенствование вьюркового способа получения льняной и смешанной пряжи // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 5(358). – С. 79–82.
7. Кузнецова Н. С., Филиппюк А. Н. Способ получения пряжи знакопеременной крутки : пат. РФ 2608808: заявл. 19.01.2015; опубл. 24.01.17, Бюл. № 3.
8. Кузнецова Н. С., Ильин Л. С. Исследование влияния давления во вьюрках на прочность льняной пряжи и крутку в зоне между вытяжной парой и верхним вьюрком // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 5(334). – С. 50–53.

REFERENCES

1. Kuznecova N. S., Il'in L. S., Protalinskij S. E. V'yurkovoe pryadenie l'na. – Kostroma, 2013. – 89 s.
2. Kuznecova N. S., Titova U. Yu. Ocenka vozmozhnosti formirovaniya l'nyanoj pryazhi v'yurkovym sposobom iz beskrutochnoj rovnicy // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2016. – № 6(366). – S. 100–105.
3. Kirillova E. S., Rudovskij P. N., Sorkin A. P. Vliyanie sroka hraneniya uvlazhnennoj beskrutochnoj rovnicy na ee kachestvo // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2006. – № 13. – S. 14–15.
4. Rudovskij P. N., Smirnova S. G. Matematicheskaya model' prochnosti mokroj beskrutochnoj rovnicy iz l'na. – Dep. v VINITI № 82-V2010 17.02.2010.
5. Kuznecova N. S., Telicyn A. A., Il'in L. S. Osobennosti formirovaniya krutki l'nyanoj v'yurkovoj pryazhi bez razdeleniya zon krucheniya i namotki // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2013. – № 1(343). – S. 57–60.
6. Kuznecova N. S. Usovershenstvovanie v'yurkovogo sposoba polucheniya l'nyanoj i smeshannoj pryazhi // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2015. – № 5(358). – S. 79–82.
7. Kuznecova N. S., Filippyuk A. N. Sposob polucheniya pryazhi znakoperemennoj krutki : pat. RF 2608808: zayavl. 19.01.2015; opubl. 24.01.17, Byul. № 3.
8. Kuznecova N. S., Il'in L. S. Issledovanie vliyaniya davleniya vo v'yurkah na prochnost' l'nyanoj pryazhi i krutku v zone mezhdru vytyazhnoj paroj i verhnim v'yurkom // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2011. – № 5(334). – S. 50–53.

DOI 10.34216/2587-6147-2019-3-45-11-16

15.06.01 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки металлов
УДК 677.054.39**Голубев Евгений Владимирович**

аспирант

Романов Владимир Викторович

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

Evg-golub@mail.ru, wwr52@rambler.ru

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ В ПРОЦЕССЕ ТКАНЕОБРАЗОВАНИЯ

В статье представлена методика комплексного компьютерного моделирования натяжения нитей основы на ткацком станке в процессе тканеобразования, основанного на математических уравнениях. Для моделирования натяжения основы в процессе ткачества была разработана математическая модель системы основа – ткань ткацкого станка. В ходе данного исследования была решена система дифференциальных уравнений с использованием численных методов. Дается сравнение экспериментально полученных данных и результатов в виде графиков изменения натяжения основы и колебаний скала станка. Измерение натяжения выполнялось с помощью тензометра. Датчиком служила латунная U-образная пружина с закрепленными на обеих сторонах тензорезисторами. Данные захватывались с выхода тензоусилителя, а затем обрабатывались цифровым сигнальным процессором. Выявлено соответствие полученных экспериментальных и теоретических результатов.

Ключевые слова: ткацкий станок, натяжение основы, компьютерное моделирование, зевобразование, численный метод, перемещение скала, прибор, система дифференциальных уравнений.

Натяжение основы – это параметр, который следует тщательно контролировать, так как с его помощью можно избежать чрезмерных пиковых значений натяжения, которые приводят к неудовлетворительным результатам зевобразования. Определить эффект комбинации факторов, таких как станок, материал основы, ткачество, обычными способами достаточно трудоемко, неэкономично и иногда даже невозможно. Во избежание этого станок и силы натяжения основы могут быть математически смоделированы.

В ходе исследовательской работы был использован ткацкий станок со скоростью вращения главного вала 240 об/мин (4 уд./с), 6 ремизных валов, симметричная геометрия зева, зев закрывается при 355°, непрерывный отвод ткани и периодический отпуск основы. Характеристики ткани и основной пряжи, использованной при выработке полотна в моделировании натяжения, были следующие: саржа (2/2), ширина 170 см, 20 уд./см (50 текс камвольная), 20 осн. нит./см (2×55 текс камвольная).

Для моделирования натяжения основы в процессе ткачества была разработана математическая модель системы основа – ткань ткацкого станка (рис. 1). На этом рисунке: L10 и L1 – начальная и конечная длина участка основы между опушкой ткани и ремизным прибором;

L20 и L2 – начальная и конечная длина участка основы между ремизным прибором и скалом; L30 и L3 – начальная и конечная длина участка основы между скалом и навоем; Lw0 и Lw – начальная и конечная длина участка основы, контактирующего со скалом. Известно, что длины участков L2, L3 и Lw, а также их начальные длины можно вычислить из геометрии моделируемого станка. UX0 и UX – начальная и конечная длина скальной пружины – угол между скальным рычагом и вертикальной осью; β_1 – угол между участком основы L2 и горизонтальной осью; μ – угол между скальной пружиной и верхним скальным рычагом; y – перемещение ремизок; r – радиус скала; R – радиус навоя.

В процессах зевобразования, прибора уточины, отпуска основы и отвода ткани натяжение основы изменяется. Вдобавок к натяжению основы в моделировании учитываются элементы других сил, а именно сила упругости пружины скала, вес скала и силы трения [1, 2].

В определении уравнения натяжения основы осуществим некоторые допущения, обусловленные механическими свойствами нитей и модулем упругости растянутых нитей. В данной работе допускается, что упругие свойства нитей следуют закону Гука, то есть изменение натяжения линейно зависит от удлинения. Так-

же допускается, что статический и динамический модули упругости нитей равны [3].

Для расчета натяжения основы из геометрии станка и траектории нитей основы от навоя до зоны приобоя было определено полное удлинение нитей. Движение зевобразования

и его уравнение в процессе движения вверх и вниз было определено двумя способами, и в обоих случаях наблюдались схожие синусоидальные кривые. Для получения уравнения скорости зевобразования уравнение перемещения было продифференцировано по времени t [4, 5].

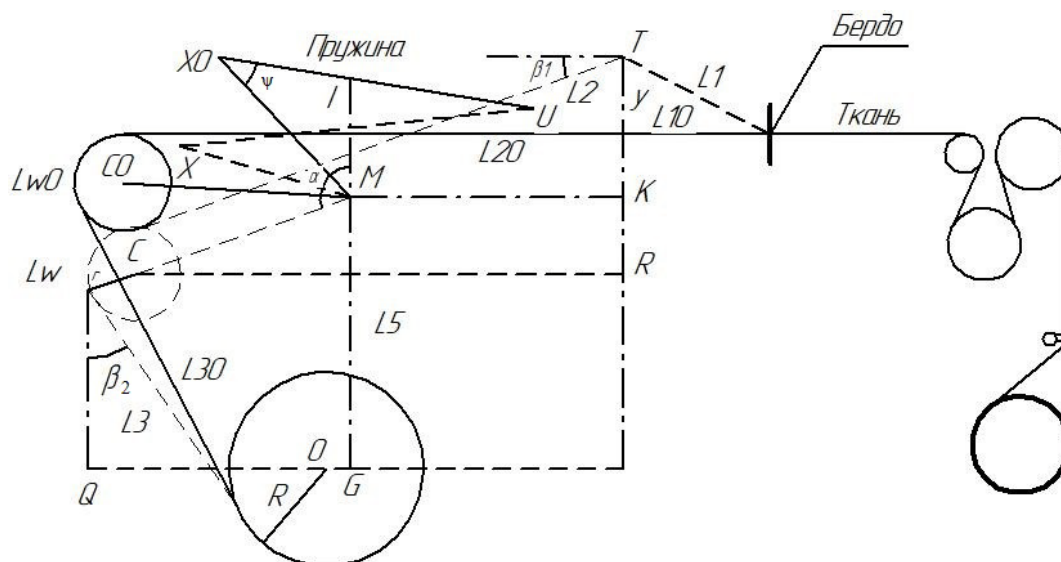


Рис. 1. Схема ткацкого станка

Нам известны следующие соотношения между натяжением T , модулем упругости E_y и удлинением нитей dl :

$$T = T_0 + E_y \frac{l - l_0}{l_0}, \quad (1)$$

$$T = T_0 + E_y \frac{dl}{l_0}, \quad (2)$$

$$T = T_0 + dT, \quad (3)$$

$$dT = E_y \frac{dl}{l_0}, \quad (4)$$

где T – натяжение основы в момент времени $t = t_0 + dt$;

T_0 – начальное натяжение основы в момент t_0 ;

dT – натяжение основы, обусловленное удлинением dl за время dt .

Величины l и dl могут быть определены из соответствующих уравнений и геометрии ткацкого станка. E_y определяется наклоном кривой сила – удлинение и может быть получен из уравнения (5). В данной работе было получено значение модуля упругости нити около 130 сН/текс.

$$E_y = \frac{T_f - T_i}{c(l_f - l_i)/l_i}, \quad (5)$$

где T_f и T_i – соответственно конечное и начальное натяжения нитей;

l_f и l_i – конечная и начальная длина нитей;

c – количество нитей.

Чтобы рассчитать натяжение основы, вычисляем изменения длин участков основы. Длины участков основы в различных частях станка были обозначены на рис. 1 как $L1$, $L2$, $L3$ и Lw . Их начальные значения ($L10$, $L20$, $L30$ и $Lw0$) были измерены в неподвижном состоянии. Эти длины и их изменения могут быть определены из геометрии станка и ее отклонений [6]. Также L_t (общая длина основы от навоя до опушки ткани) и ее отклонения получаются из уравнений (6) и (7):

$$L_t = L1 + L2 + L3 + Lw + L_{let} + L_{tu}, \quad (6)$$

$$dL_t = dL1 + dL2 + dL3 + dLw + dL_{let} + dL_{tu}, \quad (7)$$

где L_{let} – количество (длина) нитей, отпущенных с навоя. $L2$, $L3$, Lw , L_{let} , L_{tu} могут быть определены из геометрии и документации на станок.

Чтобы вычислить натяжение основы в каждой зоне (части) заправки, должны быть определены длины участков основы и их изменения. Определим уравнения для $L1$, $L2$, $L3$ и Lw так же, как и для их изменений.

Часть изменения натяжения основы происходит в связи с зевообразованием и прибоем, что вызывает циклическое изменение длин участков основы [7].

Для определения длины участка основы между ремизками и опушкой ткани рассматриваются два отдельных состояния.

1. Длина участка основы в процессе прибоя резко изменяется, что ведет к внезапному изменению натяжения основы.

Как можно заметить, в отличие от других частей основы, длины $L1$ и $L10$ быстро изменяются в процессе прибоя. Когда опушка ткани бердом выталкивается вперед, расстояние между ремизками и опушкой ткани $L10$ будет равно

$$L10 = d + cfd, \quad (8)$$

где cfd – перемещение опушки ткани в результате прибоя, $d = 160$ мм – расстояние между ремизками и опушкой ткани до прибоя. Длина основы между ремизками и опушкой ткани $L1$ и ее изменения $dL1$ в результате прибоя вычисляются из уравнений (9) и (10):

$$L1 = \sqrt{(160 + cfd)^2 + y^2}, \quad (9)$$

$$dL1 = \frac{(160 + cfd)d(cfd) + ydy}{L1}, \quad (10)$$

где y – положение ремизок относительно уровня основы на опушке ткани;
 dy – изменение y .

2. В отсутствии прибоя смещение опушки ткани равно нулю. Таким образом, длина участка основы между ремизками и опушкой ткани, а также ее изменения могут быть получены из уравнений (11) и (12):

$$L1 = \sqrt{L10^2 + y^2}, \quad (11)$$

$$dL1 = \frac{ydy}{L1}. \quad (12)$$

Также необходимо определить $L2$, $L3$, Lw и их изменения. Эти значения могут быть получены из рис. 1 и следующих уравнений:

$$L2 = \sqrt{(y + MS + MC \sin \alpha)^2 + (MK + MC \cos \alpha)^2 - r^2}, \quad (13)$$

$$dL2 = \frac{(y + MS + MC \sin \alpha)(dy + MC \cos \alpha \cdot d\alpha)}{L2} + \frac{(MK + MC \cos \alpha)(-MC \sin \alpha \cdot d\alpha)}{L2}, \quad (14)$$

$$L3 = \frac{E - (R - r) \cos \beta 2}{\sin \beta 2}, \quad (15)$$

$$dL3 = \frac{(R - r - E \cos \beta 2)d\beta 2 + \sin \beta 2 dE}{\sin^2 \beta 2}, \quad (16)$$

где $E = MC \cos \alpha - GO$,

$$dE = -MC \sin \alpha \cdot d\alpha,$$

$$Lw = r\left(\frac{\pi}{2} - \beta 1 + \beta 2\right), \quad (17)$$

$$dLw = r(d\beta 2 - d\beta 1). \quad (18)$$

Мера удлинения участка основы, огибающего скало под натяжением, может быть определена при помощи уравнения (19) [8]:

$$dLw_e = \frac{T2 - T3}{E} \frac{r}{\mu}, \quad (19)$$

где μ – коэффициент трения между нитями основы и скалом.

Уравнение (19) можно модифицировать, так как $T3 = T2 \cdot e^{-\mu\phi}$:

$$dLw_e = \frac{T2(1 - e^{-\mu\phi})}{E_y} \frac{r}{\mu}. \quad (20)$$

Если предполагается, что $\mu = 0$, натяжение основы будет идентичным рассчитываемому по формулам (3) и (4) на различных частях длины. Но нам известно, что $\mu \neq 0$, натяжение основы в различных частях не одинаково. Натяжение основы в данной зоне вычисляется из уравнения:

$$dT2 = E_y \frac{dL1 + dL2}{L1 + L2} \quad (21)$$

(натяжение основы в зонах $L2$ и $L1$ полагается равным $T2$, а его изменения $dT2$). $dL1$ и $dL2$ не являются чистым удлинением, так как содержат некоторые участки основы, перешедшие из $L3$ в эту часть. В связи с этим важно определить чистое удлинение $L1 + L2$, то есть dLe .

Изменения натяжения основы до скала $dT2$ можно вычислить из уравнения (21):

$$dT2 = E_y \frac{dLe}{L1 + L2}, \quad (22)$$

$$dLe = dLt - dLe3 - dLwe. \quad (23)$$

$$dT3 = E_y \frac{dLe3}{L3}, \text{ следовательно,}$$

$$dLe = L3 \frac{dT3}{E_y}. \quad (24)$$

Поскольку $T3 < T2$:

$$T3 = T2 e^{-\mu\varphi},$$

$$\begin{aligned} dT3 &= e^{-\mu\varphi} dT2 - \mu e^{-\mu\varphi} T2 d\varphi = \\ &= e^{-\mu\varphi} dT2 - \mu T3 d\varphi. \end{aligned} \quad (25)$$

Следовательно,

$$dLe3 = L3 \frac{(e^{-\mu\varphi} dT2 - \mu T3 d\varphi)}{E_y}. \quad (26)$$

Если подставить уравнения (19) и (26) в уравнение (23), получим

$$dLe = dLt - L3 \frac{(e^{-\mu\varphi} dT2 - \mu T3 d\varphi)}{E_y} - \frac{(T2 - T3)r}{E_y \mu}. \quad (27)$$

Подставляем полученное выражение dLe в уравнение (22):

$$dT2 = \frac{E_y}{L1 + L2} \left[dLt - L3 \frac{(e^{-\mu\varphi} dT2 - \mu T3 d\varphi)}{E_y} - \frac{(T2 - T3)r}{E_y \mu} \right],$$

$$\begin{aligned} dT2 &= \frac{1}{(L1 + L2 + L3e^{-\mu\varphi})} \times \\ &\times \left[E_y dLt + \mu L3 T3 d\varphi - \frac{(L1 + L2)(T2 - T3)r}{\mu} \right], \\ dT2 &= \frac{E_y dLt + \mu L3 T3 d\varphi - \frac{(L1 + L2)(T2 - T3)r}{\mu}}{L1 + L2 + L3e^{-\mu\varphi}}. \end{aligned} \quad (28)$$

Подставляя $T2 = T3 e^{\mu\varphi}$ в уравнение (28), получим:

$$dT2 = \frac{E_y dLt + (L3 \mu d\varphi - (L1 + L2) \frac{(e^{\mu\varphi} - 1)r}{\mu}) T3}{L1 + L2 + L3 e^{-\mu\varphi}}. \quad (29)$$

Большое влияние на процессы, происходящие в системе заправки ткацкого станка, оказывает движение подвижной системы скала. Основная сложность их анализа заключается в том, что движение скальной системы происходит под действием меняющегося натяжения основы, с одной стороны, а это движение, с другой стороны, существенно влияет на натяжение основы [9].

Угол поворота скала α должен быть определен из динамических уравнений системы [10]. Для вычисления α на рис. 2 изображена система сил, действующих на свободно вращающееся скало.

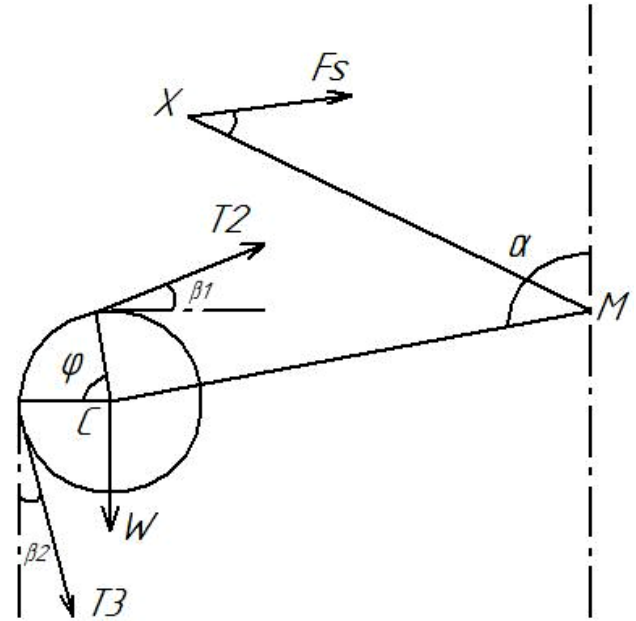


Рис. 2. Схема сил, действующих на скало

Угловое ускорение скала $\frac{d^2\alpha}{dt^2}$ можно получить из уравнения (30):

$$\tau = \sum M_M = I_b \frac{d^2\alpha}{dt^2}, \quad (30)$$

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = \frac{\sum M_M}{I_b},$$

где τ – крутящий момент, равный $\sum M_M$ (сумме моментов относительно оси M). Разложив его на составляющие, получим

$$\begin{aligned} \frac{d^2\alpha}{dt^2} &= \frac{(T2 \sin(\alpha - \beta1) + T3 \cos(\beta2 - \alpha) + W \cos \alpha) MC}{I_b} - \\ &- \frac{(T2 - T3)r - F_s MX \sin \psi}{I_b}, \end{aligned}$$

где $T2$ и $T3$ – натяжение основы в зонах $L2$ и $L3$ соответственно;

W – масса скала;

MC – длина рычага, соединяющего скало с осью M ;

MX – длина рычага, связанного с пружиной;

F_s – сила упругости пружины;

I_b – момент инерции скала относительно оси M , который можно вычислить по формуле (31):

$$I_b = \frac{l}{2} \rho \pi L_m (r_o^4 - r_i^4) + 2 \frac{l}{2} \rho \pi L_1 r_1^4 + M_b M O^2, \quad (31)$$

где L_m – длина главного валика скала;
 r_o и r_i – наружный и внутренний радиусы главного вала скала;
 r_1 и L_1 – радиус и длина боковых стержней;
 M_b – масса скала.

В результате, чтобы решить уравнения натяжения, угловой скорости и углового ускорения, необходимо проинтегрировать их численно, используя метод Рунге – Кутты [11], начиная с исходных значений натяжения основы T_0 , угла α_0 и угловой скорости α'_0 скала, которые были измерены.

Если предположить отпуск основы и отвод ткани непрерывными, уравнения (6) и (7) должны быть изменены следующим образом:

$$L_t = L1 + L2 + L3 + Lw, \quad (32)$$

$$dL_t = dL1 + dL2 + dL3 + dLw. \quad (33)$$

Расчетные изменения натяжения основы сопоставили с результатами непосредственных измерений. Измерение натяжения выполнялось с помощью тензометра. Датчиком служила латунная U-образная пружина с закрепленными на обеих сторонах тензорезисторами. Тензорезисторы фактически являются двумя переменными резисторами, включенными в мост Уитстона в комбинации с двумя подобными резисторами. Данные захватывались с выхода тензоусилителя, после чего обрабатывались цифровым сигнальным процессором. За один оборот главного вала записывалось 512 значений натяжения. Расчетное перемещение скала с течением времени изображено на рис. 3. Как было упомянуто ранее, положение скала определяется его углом

наклона относительно вертикальной оси, то есть α , который измеряется в радианах.

Измерение колебаний скала было проведено с использованием лазерного преобразователя перемещений совместно с датчиком приближения, который использовался для определения положения берда. На рис. 4 изображены колебания скала и движение берда.

Сравнение перемещений скала, полученных в результате вычислений и измерений (см. рис. 3 и 4), показывает общее соответствие между графиками. Отличие между двумя кривыми заключается в наличии вибраций на экспериментально полученной кривой.

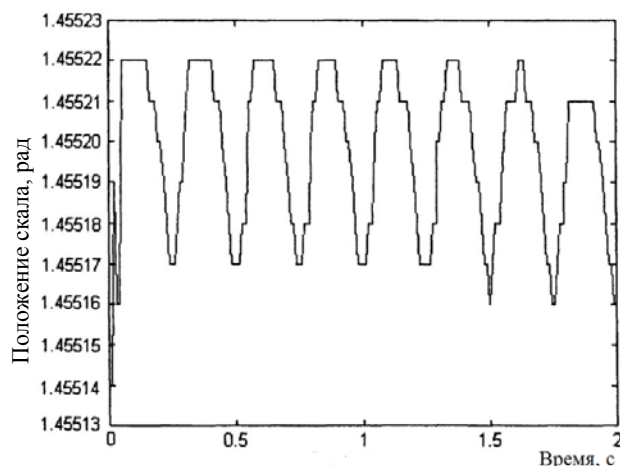


Рис. 3. Расчетное положение скала

ВЫВОДЫ

1. Расчетные кривые с достаточной для практики точностью согласуются с результатами экспериментов.

2. Расчетные кривые можно еще более приблизить к экспериментальным, если допущения линейной эластичности участков основы пересмотреть (поскольку нити не следуют закону Гука).

$$A = 1 \text{ В} \quad T_B = 0,1 \text{ с} \quad dt = 40 \text{ мс}$$

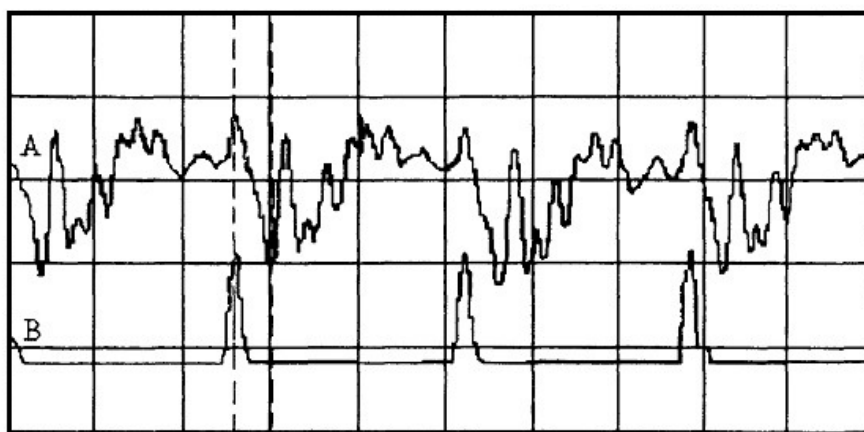


Рис. 4. Фактические перемещения скала (кривая А) и берда (кривая В)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брут-Бруляко А. Б., Романов В. В., Хомяков Е. С. Влияние скорости перематывания на натяжение льняной пряжи // Технологии и качество. – 2017. – № 2. – С. 12–16.
2. Брут-Бруляко А. Б., Романов В. В. Влияние накопителя на натяжение уточной нити // Технологии и качество. – 2019. – № 1. – С. 3–8.
3. Vatankhah E. Importance of the Cloth Fell Position and its Specification Methods. – URL: <https://www.intechopen.com/download/pdf/12241> (дата обращения: 26.08.2019).
4. Голубев Е. В., Романов В. В. Компьютерное моделирование натяжения основы на ткацком станке // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2018. – № 2. – С. 127–132.
5. Голубев Е. В., Романов В. В. Моделирование и оптимизация натяжения нити при ткачестве // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2019. – № 3. – С. 105–108;
6. Гордеев В. А., Волков П. В. Ткачество. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 488 с.
7. Грановский Т. С., Мшвениерадзе А. П. Строение и анализ тканей. – М. : Легпромбытиздат, 1988. – 95 с.
8. Подгорный Ю. И., Афанасьев Ю. А. Исследование и проектирование механизмов технологических машин : монография. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2000. – 191 с.
9. Саввин О. А., Титов С. Н., Герасимова С. Ф. Особенности вычисления обобщенных сил и деформаций ветвей основы при изучении динамики скальной системы // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – № 4С. – С. 106–109.
10. Романов В. В., Титов С. Н., Лясич В. А. Совершенствование метода динамического анализа ткацкого станка // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 5. – С. 84–87.
11. Романов В. В., Лясич В. А., Лопатин Д. Е. Сравнение типовых методов анализа и синтеза машинного агрегата с методом М. З. Коловского // Теория механизмов и машин. – 2009. – № 2. – С. 72–75.

REFERENCES

1. Brut-Brulyako A. B., Romanov V. V., Homyakov E. S. Vliyanie skorosti perematyvaniya na natyazhenie l'nyanoj pryazhi // Tekhnologii i kachestvo. – 2017. – № 2. – S. 12–16.
2. Brut-Brulyako A. B., Romanov V. V. Vliyanie nakopitelya na natyazhenie utochnoj niti // Tekhnologii i kachestvo. – 2019. – № 1. – S. 3–8.
3. Vatankhah E. Importance of the Cloth Fell Position and its Specification Methods. – URL: <https://www.intechopen.com/download/pdf/12241> (data obrashcheniya: 26.08.2019).
4. Golubev E. V., Romanov V. V. Komp'yuternoe modelirovanie natyazheniya osnovy na tkackom stanke // Mekhatronika, avtomatika i robototekhnika. – 2018. – № 2. – S. 127–132.
5. Golubev E. V., Romanov V. V. Modelirovanie i optimizaciya natyazheniya niti pri tkachestve // Mekhatronika, avtomatika i robototekhnika. – 2019. – № 3. – S. 105–108;
6. Gordeev V. A., Volkov P. V. Tkachestvo. – M. : Leg. i pishch. prom-st', 1984. – 488 s.
7. Granovskij T. S., Mshvenieradze A. P. Stroenie i analiz tkanej. – M. : Legprombytizdat, 1988. – 95 s.
8. Podgornyj YU. I., Afanas'ev Yu. A. Issledovanie i proektirovanie mekhanizmov tekhnologicheskikh mashin : monografiya. – Novosibirsk : Izd-vo NGTU, 2000. – 191 s.
9. Savvin O. A., Titov S. N., Gerasimova S. F. Osobennosti vychisleniya obobshchennyh sil i deformacij vetvej osnovy pri izuchenii dinamiki skal'noj sistemy // Izvesti vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2009. – № 4S. – S. 106–109.
10. Romanov V. V., Titov S. N., Lyasich V. A. Sovershenstvovanie metoda dinamicheskogo analiza tkackogo stanka // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2010. – № 5. – S. 84–87.
11. Romanov V. V., Lyasich V. A., Lopatin D. E. Sravnenie tipovyh metodov analiza i sinteza mashinnogo agregata s metodom M. Z. Kolovskogo // Teoriya mekhanizmov i mashin. – 2009. – № 2. – S. 72–75.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

DOI 10.34216/2587-6147-2019-3-45-17-21

05.19.00 Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

УДК 677.017.4

Султанов Карим Султанович

доктор физико-математических наук, профессор

Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Исмоилова Сабида Исроиловна

доктор технических наук

Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Туланов Шамсиддин Эркаевич

ассистент

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан

sultanov.karim@mail.ru, ismailova.sabida@mail.ru

МЕХАНИЗМ ОБРЫВА ХЛОПКОВОЙ ПРЯЖИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Работа выполнена по гранту ФПФИ АН РУз, проект № 8-18

Статья посвящена актуальной проблеме обрывности текстильных нитей в технологических процессах. На основе сопоставительного анализа полученных в экспериментах значений удельных разрывных нагрузок хлопковых пряж с удельной разрывной нагрузкой хлопкового волокна сделан вывод, что при обрыве пряжи хлопковые волокна не разрываются. Этот вывод противоречит гипотезе А. Н. Соловьева о том, что часть хлопковых волокон при растяжении пряжи до обрыва разрывается. Результаты экспериментов показывают, что при растяжении пряжи до обрыва все хлопковые волокна выскальзывают из пряжи. Следовательно, основной силой сопротивления к внешней растягивающей силе является сила трения между волокнами в пряже. Эти результаты требуют исследования внутренних сил в пряже на мезоструктурном уровне. Экспериментальные и теоретические исследования мезомеханики хлопковой пряжи могут привести к новым технологиям получения текстильных пряж с более высокой прочностью.

Ключевые слова: пряжа, структура пряжи, эксперимент, диаграмма растяжения, обрыв, хлопковое волокно, прочность.

Качество текстильных материалов и изделий прежде всего зависит от прочности текстильных нитей. Прочность – это одна из главных механических характеристик текстильных нитей. Обрывность нитей в технологических процессах непосредственно связана с ее прочностью. Проблема обрывности нитей существует со времен возникновения ткачества. В настоящее время, когда все интенсивнее развивается текстильное производство, скорость движения нитей в технологических процессах увеличивается и проблема обрывности нитей становится еще актуальней [1].

В мире спрос на текстильные изделия из хлопка все возрастает, поэтому обрывность текстильных нитей из хлопковых волокон, вернее

хлопчатобумажных пряж (далее по тексту – пряжа), требует все большего внимания.

Пряжа, состоящая из хлопковых или других волокон относительно небольшой длины (0,02...0,05 м), имеет особое структурное строение. Поэтому здесь, в первую очередь, для уменьшения ее обрывности в технологических процессах было необходимо изучить эту структуру и через нее найти способы повышения прочности пряжи. Отсюда и возник первый путь уменьшения обрывности пряж – технологический, так как образование сложной структуры пряжи зависит от технологии прядения.

Уменьшение обрывности пряж или увеличение ее прочности, через изменение параметров технологических процессов, является основным направлением на протяжении последних почти ста лет. Вопросам увеличения прочности пряж в этом направлении посвящено

огромное количество работ, например [2–6]. Здесь основным вопросом было образование такой структуры пряжи, чтобы она имела максимальную прочность. Главными факторами варьирования при этом являются:

- межволоконные силы трения, зависящие от геометрического расположения волокон в пряже, достигаемые изменением параметров крутки в процессе прядения, а также другими способами;
- неровнота пряжи по сечениям по ее длине, уменьшение которой также достигается улучшением параметров технологии прядения;
- точность и качество технологического оборудования, которые достигаются непрерывным усовершенствованием текстильных машин и техники.

В результате глубоких исследований в этом направлении в настоящее время удалось получить из хлопковых волокон пряжу со средней удельной прочностью (удельной разрывной нагрузкой) [7]

$$P_p = 11...21 \text{ сН/текс.}$$

Если учитывать, что удельная прочность хлопковых волокон колеблется в пределах $P_v = 22...35 \text{ сН/текс}$ [7], то получается, что прочность волокна в пряже используется в среднем на 50 %. При хорошем состоянии текстильного оборудования этот показатель можно довести до 60 %. Как видно, здесь еще имеется резерв 40 %, поэтому исследования по первому пути улучшения прочности пряжи, следовательно, уменьшению обрывности ее в технологических процессах, успешно продолжают.

Второй путь уменьшения обрывности пряжи (не только пряжи, можно сказать, всех текстильных нитей) – механический. В этом направлении работ существенно меньше.

Сущность механического направления состоит в том, чтобы, управляя внешними силами воздействия на нить в технологических процессах, уменьшить ее обрывность, а также, изучая свойства внутренних сил в пряже, найти способы их регулирования, которые приводят к повышению прочности пряжи.

Более подробно рассмотрим это направление. Начнем со второго случая – свойства внутренних сил. В пряже главными внутренними силами являются силы трения между волокнами, так как волокна в пряже находятся в сложном переплетенном и закрученном состоянии. Определить истинные силы трения между волокнами и в целом в пряже – это очень трудный и сложный вопрос.

Появление новых методов и способов экспериментального определения межволокон-

ных сил трения [8] создает перспективу в этом направлении.

А. Н. Соловьевым [4] предложена формула для определения прочности пряжи:

$$P_p = P_v n_p + T_c n_c, \quad (1)$$

где P_v – прочность волокна;

n_p – число разорвавшихся волокон хлопка в пряже при растяжении;

T_c – средняя сила тангенциального сопротивления скользящих относительно друг друга хлопковых волокон в пряже при ее растяжении;

n_c – число скользящих волокон в сечении пряжи.

На основе гипотезы (1) А. Н. Соловьевым получена широко известная формула для определения удельной прочности пряжи [4].

Согласно А. Н. Соловьеву [4], число разорвавшихся волокон хлопка в пряже определяется по формуле

$$n_p = n \frac{1 - 2l_c}{L}, \quad (2)$$

где n – общее количество волокон в пряже,

$n = n_p + n_c$;

l_c – длина скольжения волокна;

L – длина волокна.

Согласно (2), если $l_c \rightarrow 0,5L$, тогда $n_p \rightarrow 0$. В этом случае ни одно хлопковое волокно не разрывается при растяжении пряжи. Если $l_c = 0,25L$, тогда $n_p = 0,5n$, то есть 50 % волокон в пряже разрываются от растяжения. Когда $l_c = 0$, $n_p = n$ все волокна разрываются при растяжении пряжи. Отсюда следует, что, когда отсутствуют силы трения между волокнами в пряже, получим пряжу, прочность которой наибольшая. Это утверждение имеет место, если мы прикладываем растягивающую силу к самим волокнам в пряже, а не к пряже в целом. Расчетная схема для пряжи [4] не соответствует процессу растяжения пряжи в технологических процессах. На самом деле при растяжении пряжи в технологических процессах или на разрывной машине главными являются силы трения между волокнами, и они сопротивляются растягивающей нагрузке.

Утверждение о том, что часть волокон в пряже разрывается, а часть волокон выкальзывает из пряжи, принятое в литературе [4],

следовательно, и в формуле (1), видимо, неправильное. Это подтверждается результатами экспериментов, полученными при испытании хлопковых пруж на разрыв (рис. 1–3).

На рис. 1 приведены результаты испытаний хлопковой пряжи с номинальной линейной плотностью $T = 14,0$ текс, на рис. 2 – с $T = 29,0$ текс, а на рис. 3 – $T = 72,0$ текс. В опытах использовалась однородная хлопковая пряжа кардной системы, выработанная на пневмомеханической

прядельной машине из средневолокнистого хлопка 1-го сорта, 1-й группы зрелости, 4-го типа волокна [7].

Опыты проводились на испытательной машине Statimat C. Постановка эксперимента и методика проведения опытов приведены в литературе [7, 9, 10]. Повторность испытаний пряжи с одинаковой линейной плотностью до разрыва – пятидесятикратная. Достоверность опытных данных обсуждалась нами ранее [7, 9, 10].

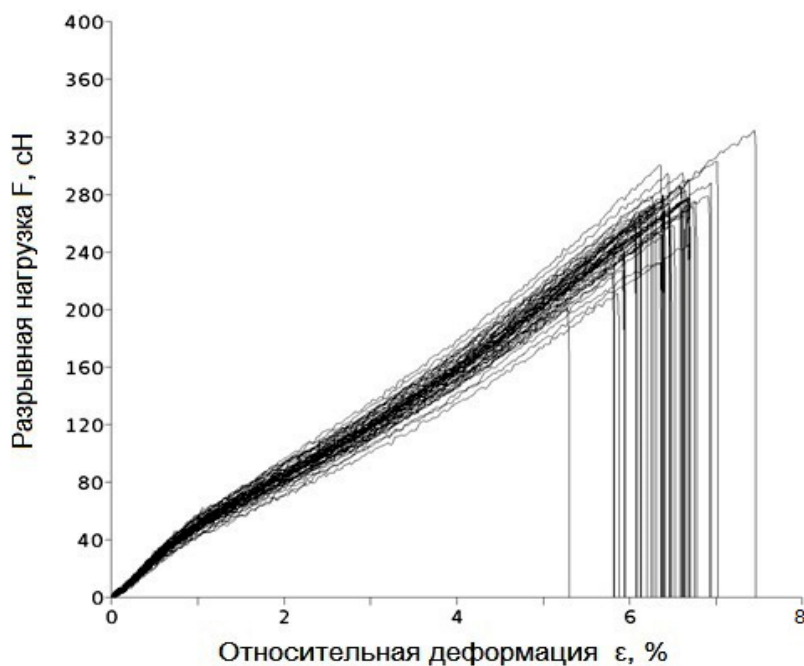


Рис. 1. Диаграммы растяжения до разрыва хлопковой пряжи с линейной плотностью $T = 14,0$ текс

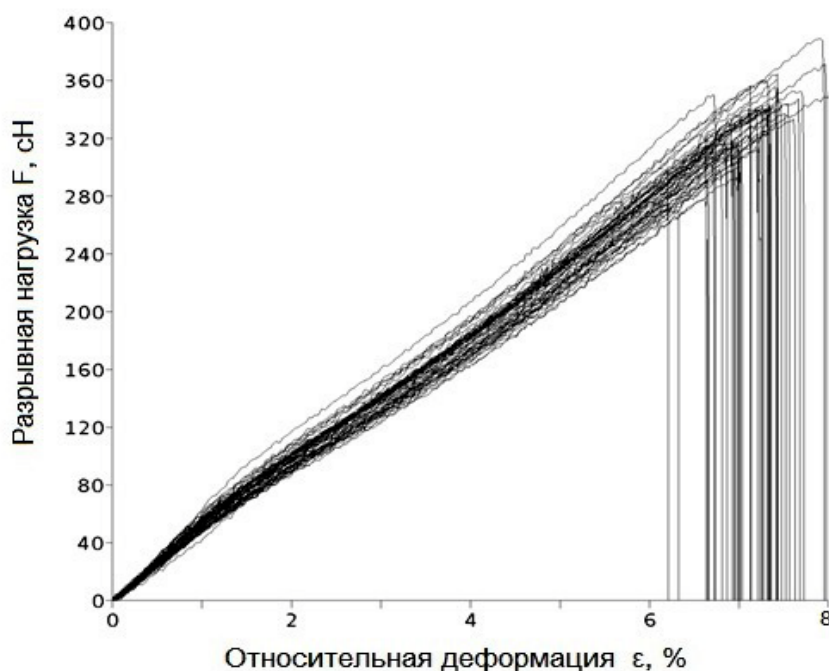


Рис. 2. Диаграммы растяжения до разрыва хлопковой пряжи с линейной плотностью $T = 29,0$ текс

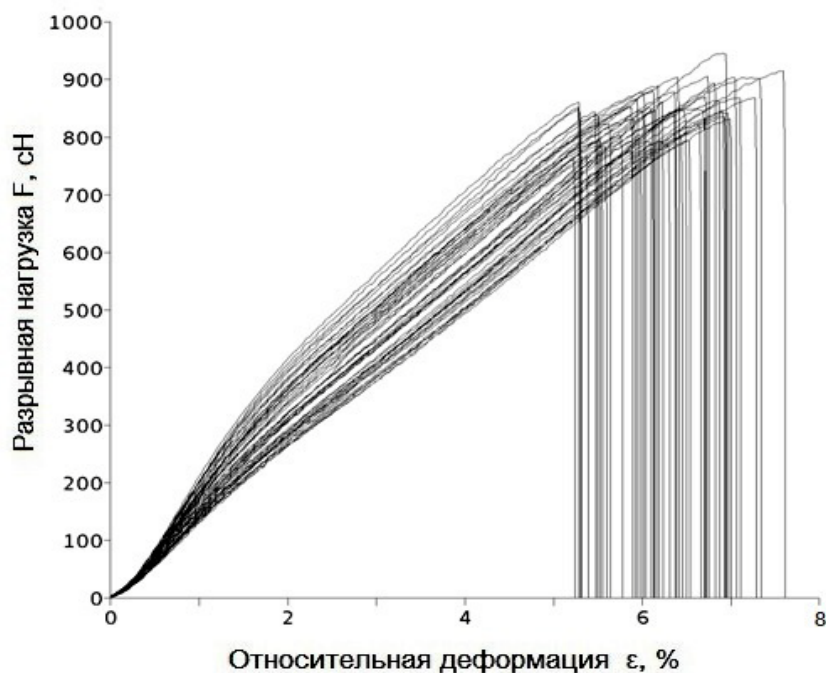


Рис. 3. Диаграммы растяжения до разрыва хлопковой пряжи с линейной плотностью $T = 72,0$ текс

Значение максимальной разрывной нагрузки при растяжении хлопковой пряжи $F_{\max} = 320$ сН (см. рис. 1), $F_{\max} = 490$ сН (см. рис. 2) $F_{\max} = 950$ сН (см. рис. 3). Удельная разрывная нагрузка (прочность) P_p при этом соответственно составляет 22,9; 16,9; 13,2 сН/текс. Удельная прочность хлопкового волокна, использованного при изготовлении испытываемой хлопковой пряжи, $P_v = 30,9...31,8$ сН/текс [7].

Как видно из этих опытных данных, удельная разрывная нагрузка (прочность) не достигает удельной разрывной нагрузки (прочности) волокна. Это означает, что при растяжении волокно в пряже не разрывается.

Отсюда следует, что гипотеза А. Н. Соловьева (1) не может иметь места при растяжении пряжи до обрыва. При растяжении пряжи, видимо, внутренние силы в волокне уравниваются межволоконными силами трения и, очевидно, не только ими. В результате сложного геометрического расположения волокна в пряже возникают и другие силы, действующие на волокно. Определение этих сил и закономерностей их возникновения и изменения является сложной экспериментальной

проблемой мезомеханики пряжи. Однако решение этой проблемы может привести к новым технологиям изготовления хлопковых и других пряж.

ВЫВОДЫ

1. Проанализирована гипотеза А. Н. Соловьева о том, что при обрыве пряжи часть хлопковых волокон в пряже разрывается и часть выскальзывает из пряжи. Показано, что принятая при этом расчетная схема не соответствует процессу растяжения пряжи в технологических процессах.

2. На основе анализа диаграмм растяжения хлопковых пряж до обрыва показано, что при обрыве пряжи все волокна из пряжи выскальзывают.

3. Показано, что главной внутренней силой сопротивления к внешней растягивающей пряжу силе является сила трения между волокнами в пряже. Это обстоятельство приводит к необходимости глубокого исследования мезомеханики хлопковых пряж, которое может привести к новым технологиям выработки пряжи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Warp Break Detection in Jacquard Weaving Using Micro-Electro-Mechanical Systems: Effect of Yarn Type / A-F. M. Seyam, J. H. Lee, G. Hondge, W. Oxenham, E. Grant // Textile Research Journal. – 2008. – Vol. 78, N 8. – P. 664–670.

2. Morton W. E., Hearle J. W. S. Physical properties of textile fibers. – Fourth edition. – Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2008. – 765 p.
3. Щербаков В. П. Прикладная и структурная механика волокнистых материалов. – М. : Тисопринт, 2013. – 304 с.
4. Кукин Г. Н., Соловьев А. Н. Текстильное материаловедение. – М. : Легкая индустрия, 1964. – Ч. 2. – 380 с.
5. Сталевич А. М. Деформирование ориентированных полимеров. – СПб. : СПГУТД, 2002. – 250 с.
6. Макаров А. Г. Прогнозирование деформационных процессов в текстильных материалах. – СПб. : СПГУТД, 2002. – 220 с.
7. Султанов К. С., Исмоилова С. И. Структурная прочность текстильных нитей : монография. – Ташкент : Фан, 2017. – 256 с.
8. Grechukhin A. P., Seliverstov V. Yu., Rudovskiy P. N. The method of determination of yarn bending rigidity and friction factor during interaction of fibers // Journal of the Textile Institute. – 2017. – Vol. 108, N 12. – P. 2067–2072.
9. Ismailova S. I., Sultanov K. S. Nonlinear Deformation Laws for Composite Threads in Extension // Mechanics of Solids. – 2015. – N 5. – P. 578–592.
10. Султанов К. С., Исмаилова С. И., Туланов Ш. Э. Экспериментальные закономерности деформирования хлопковой пряжи при растяжении // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 4(364). – С. 63–67.

REFERENCES

1. Warp Break Detection in Jacquard Weaving Using Micro-Electro-Mechanical Systems: Effect of Yarn Type / A-F. M. Seyam, J. H. Lee, G. Hondge, W. Oxenham, E. Grant // Textile Research Journal. – 2008. – Vol. 78, N 8. – P. 664–670.
2. Morton W. E., Hearle J. W. S. Physical properties of textile fibers. – Fourth edition. – Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2008. – 765 p.
3. Shcherbakov V. P. Prikladnaya i strukturnaya mekhanika voloknistykh materialov. – М. : Tisoprint, 2013. – 304 s.
4. Kukin G. N., Solov'ev A. N. Tekstil'noe materialovedenie. – М. : Legkaya industriya, 1964. – Ch. 2.– 380 s.
5. Stalevich A. M. Deformirovanie orientirovannykh polimerov. – SPb. : SPGUTD, 2002. – 250 s.
6. Makarov A. G. Prognozirovanie deformatsionnykh processov v tekstil'nykh materialah. – SPb. : SPGUTD, 2002. – 220 s.
7. Sultanov K. S., Ismoilova S. I. Strukturnaya prochnost' tekstil'nyh nitej : monografiya. – Tashkent : Fan, 2017. – 256 s.
8. Grechukhin A. P., Seliverstov V. Yu., Rudovskiy P. N. The method of determination of yarn bending rigidity and friction factor during interaction of fibers // Journal of the Textile Institute. – 2017. – Vol. 108, N 12. – P. 2067–2072.
9. Ismailova S. I., Sultanov K. S. Nonlinear Deformation Laws for Composite Threads in Extension // Mechanics of Solids. – 2015. – N 5. – R. 578–592.
10. Sultanov K. S., Ismailova S. I., Tulanov SH. E. Eksperimental'nye zakonomernosti deformirovaniya hlopkovoj pryazhi pri rastyazhenii // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2016. – № 4(364). – S. 63–67.

DOI 10.34216/2587-6147-2019-3-45-22-26

05.19.00 Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

УДК 677.024:519.876.5

Севостьянов Петр Алексеевич

доктор технических наук, профессор

Тихомирова Мария Львовна

аспирант

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина, Москва, Россия

petrsev46@yandex.ru, mary.tikhomirova@mail.ru

ТРЕНИЕ МЕЖДУ НИТЯМИ В ТКАНЫХ ПОЛОТНАХ ПРИ ИХ УДЛИНЕНИИ

В статье анализируется роль сил трения между нитями основы и утка в полотне. Предложена математическая модель влияния сил трения на удлинение основной нити и взаимное смещение нитей основы и утка в полотняном переплетении. Установлены особенности динамики распространения деформации вдоль нитей основы как результат влияния сил трения. Показано, что при малых силах трения между нитями основы и утка система ведет себя как двухточечный квазилинейный осциллятор, движение которого представляет собой биения с колебаниями на основных и комбинированных частотах. С ростом сил трения хаотичность движения в местах перекрытия нитей возрастает, и при дальнейшем их увеличении колебания исчезают, структура ткани ведет себя как единое целое. Расчет деформации нити основы с учетом сил трения о нити утка показал, что силы трения существенным образом отражаются на смещениях участков нити при ее удлинении, причем возникает эффект хаотизации смещения участков нити, который, безусловно, передается обратно нитям утка.

Ключевые слова: ткань, основа, уток, трение, динамика, удлинение, механическая модель, нити основы.

Тканое полотно как единая структура существует благодаря силам упругости нитей и силам трения между ними. Силы упругости препятствуют увеличению изгиба нити и тем самым обеспечивают взаимодействие между нитями в направлениях, нормальных к касательным поверхностям между нитями. Силы трения действуют по касательным к этим поверхностям и препятствуют смещению нитей относительно друг друга и, соответственно, изменению структуры ткани. В отличие от сил упругости, силы трения и их роль в сохранении структуры ткани исследованы недостаточно. Широкое распространение получили модели [1–3], в которых нити в тканых полотнах рассматривают как сплошные твердые тела круглого или овального сечения, которым придают упругие или упруго-пластические свойства. Между тем на фотографиях сечений ткани видно, что каждая нить является сложной структурой, состоящей из большого числа элементарных нитей или штапельных волокон. При изгибе и вдавливании нитей друг в друга в полотне поперечные сечения нитей и взаимное расположение волокон меняются весьма существенно. Поэтому деформации сечений нитей можно описать теорией упруго-пластических деформаций сплошных

тел лишь весьма приближенно. Нарушаются все базовые предпосылки механики сплошных деформируемых сред: сплошность среды, плоскостность сечений до и после деформации и др. Роль этих изменений в строении нитей основы и утка при зароботке их в ткань принципиально важна для поведения нитей в полотне.

Анализ работ многих отечественных и зарубежных исследователей показывает, что построить всеобъемлющую математическую или компьютерную модель деформации тканого полотна под действием внешней нагрузки, учитывающую действие множества структурных и физико-механических факторов, не представляется возможным даже при наличии современного мощного программного обеспечения и высокопроизводительных компьютеров. Гораздо более эффективным, на наш взгляд, является подход, основанный на создании частных моделей полотен, достаточно адекватно отображающих поведение нитей в ткани либо в соответствии с имеющимися данными натурных экспериментов, либо в соответствии с очевидными представлениями об этом поведении. Ниже приведено описание такого рода простой модели, позволяющей представить и оценить роль сил трения между нитями в полотне.

Для упрощения задачи будем рассматривать одномерное удлинение прямоугольного

образца однослойной ткани полотняного переплетения. Один край образца неподвижен, противоположный край принудительно перемещается подвижным зажимом, что и приводит к удлинению образца. Для однослойных тканей изгибы нитей основы и утка обеспечивают достаточные нормальные давления в областях перекрытия этих нитей, чтобы силы трения между нитями препятствовали разрушению структуры ткани. На рис. 1 показана построенная на

основе этих соображений одномерная механическая модель для одной нити основы в виде чередующихся упругих элементов и элементов сухого трения. Периодическое чередование типовых элементов позволяет ограничиться двумя периодами, изображенными на рис. 2, что приводит к простой механической модели, состоящей из двух материальных точек (МТ), совершающих одномерные линейные перемещения.

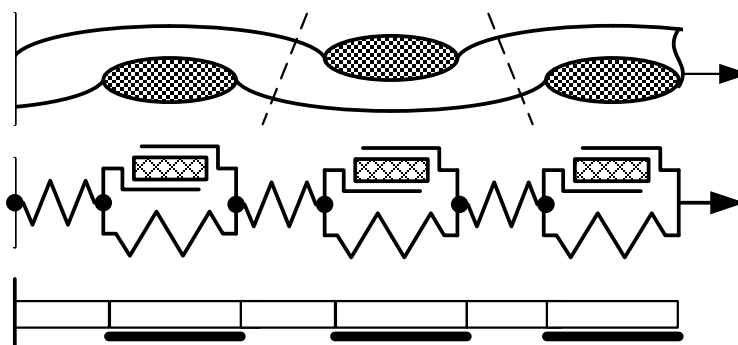


Рис. 1. Одномерная механическая модель нити основы

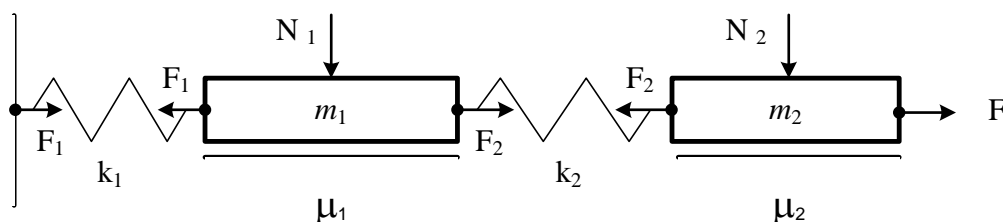


Рис. 2. Одномерная двухточечная модель

На рис. 2 обозначены: m_1, m_2 – массы МТ элемента нити; F – внешняя сила, действующая на элемент нити в плоскости полотна со стороны соседних участков нити; F_1, F_2 – силы реакции между соседними элементами нити; k_1, k_2 – коэффициенты упругости элементов нитей; N_1, N_2 – нормальные давления на единицу длины элементов; μ_1, μ_2 – коэффициенты трения. Смещения МТ вдоль оси относительно их начальных положений x_1 и x_2 обозначим u_1 и u_2 . Заметим, что все перечисленные величины, за исключением масс МТ, являются функциями времени t . Запишем уравнения движения МТ:

$$m_1 \frac{d^2 u_1(t)}{dt^2} = k_2(u_2(t) - u_1(t)) - k_1 u_1(t) - P_1(t), \quad (1)$$

$$m_2 \frac{d^2 u_2(t)}{dt^2} = F(t) - k_2(u_2(t) - u_1(t)) - P_2(t). \quad (2)$$

В этих уравнениях силы трения $P_1(t)$ и $P_2(t)$ не могут превосходить максимальных

сил трения покоя для каждой точки: $P_{1max} = \mu_1 N_1$ и $P_{2max} = \mu_2 N_2$, и направлены навстречу направлению смещения, которое было бы у МТ при отсутствии силы трения. Если суммарные силы, действующие на МТ, по абсолютной величине меньше максимальной силы трения покоя, то сила трения удерживает МТ в том положении, которое она занимает в текущий момент времени. Обозначим

$$\begin{aligned} Q_1(t) &= k_2(u_2(t) - u_1(t)) - k_1 u_1(t); \\ Q_2(t) &= F(t) - k_2(u_2(t) - u_1(t)). \end{aligned} \quad (3)$$

С учетом этих обозначений сказанное выше формально можно выразить соотношениями:

Если $|Q_1(t)| < P_{1max}$, то

$$\left\{ \begin{aligned} P_1(t) &= -|Q_1(t)| \operatorname{sign}(Q_1(t)) \text{ и } \frac{d^2 u_1(t)}{dt^2} = 0 \\ \text{иначе } P_1(t) &= -P_{1max} \operatorname{sign}(Q_1(t)). \end{aligned} \right. \quad (4)$$

Если $|Q_2(t)| < P_{2\max}$, то

$$\left\{ P_2(t) = -|Q_2(t)| \operatorname{sign}(Q_2(t)) \text{ и } \frac{d^2 u_2(t)}{dt^2} = 0 \right\},$$

иначе $P_2(t) = -P_{2\max} \operatorname{sign}(Q_2(t))$. (5)

Особенности силы трения, действующей в соответствии с законом Амонтона – Кулона, можно определить выражениями:

$$P_1(t) = -\operatorname{sign}\left(\frac{du_1(t)}{dt}\right) \times \\ \times \left| \operatorname{sat}(k_2(u_2(t) - u_1(t)) - k_1 u_1(t), [-F_{1\max}; F_{1\max}]) \right|, \quad (6)$$

$$P_2(t) = -\operatorname{sign}\left(\frac{du_2(t)}{dt}\right) \times \\ \times \left| \operatorname{sat}(F(t) - k_2(u_2(t) - u_1(t)), [-F_{1\max}; F_{1\max}]) \right|. \quad (7)$$

Оба выражения построены на произведении функции знака $\operatorname{sign}(z)$ и модуля функции ограничения $\operatorname{sat}(z, [a; b])$

$$\operatorname{sign}(z) = \begin{cases} +1, & \text{при } z > 0; \\ 0, & \text{при } z = 0; \\ -1, & \text{при } z < 0; \end{cases} \quad (8)$$

$$\operatorname{sat}(z; [a; b]) = \begin{cases} b, & \text{при } z > b; \\ z, & \text{при } a \leq z \leq b; \\ a, & \text{при } z < a. \end{cases}$$

Функция sign использована для задания направления силы трения, противоположного направлению скорости движения МТ. Функция sat задает силу трения равной алгебраической сумме сил, действующих на МТ, в пределах значений этой суммы от $-F_{\max}$ до F_{\max} , а за этими пределами равной F_{\max} .

Решение системы дифференциальных уравнений (1), (2) с функциями (6) и (7) может быть выполнено численными методами, например методами Рунге – Кутты. Модель и динамика движения элементов нити позволяют обнаружить своеобразие, отличающее это движение в условиях трения от широко применяемых линейных или близких к ним моделей [4, с. 112–124]. На рис. 3 показаны фазовые портреты движения двухточечной системы в координатах $\{u_1(t); u_2(t)\}$. Они отображают относительные смещения соседних элементов нити основы при их трении об уточные нити и постоянной силе трения. Внешняя сила отсутствует, первая МТ имеет нулевые начальное смещение и скорость,

вторая МТ – ненулевое начальное смещение и нулевую начальную скорость. Варианты портретов отличаются величиной силы трения при прочих равных условиях. Модель отмасштабирована к условным единицам измерения, при которых $m_1 = m_2 = 1$, $k_1 = k_2 = 0,1$; $P_{1\max} = P_{2\max} = R$. Значения R в сравниваемых вариантах равны соответственно 0,1 и 0,3. Рисунок 3 показывает, что при малых силах трения R система ведет себя как двухточечный квазилинейный осциллятор, движение которого представляет собой биения с колебаниями на основных и комбинированных частотах. При больших силах трения возрастает хаотичность движения обеих МТ. При еще больших силах трения колебания исчезают, и движение МТ прекращается практически сразу.

Распространяя эту двухточечную модель на большее число точек, можно убедиться, что нелинейные эффекты хаотичности движения с увеличением влияния трения только нарастают. На рис. 4 показаны смещения точек в одномерной модели основной нити в последовательные моменты времени. Модель состояла из цепочки 40 связанных МТ. МТ на одном конце нити была неподвижна, точке на втором конце нити было задано смещение, удлиняющее нить, которое складывалось из монотонно нарастающего удлинения и синусоидально меняющихся вариаций удлинения. На графике начальные положения МТ нити соответствуют левым концам кривых. Для наглядности показаны смещения не всех 40 точек, а лишь четырнадцати – первой, последней и двенадцати промежуточных МТ. На рис. 4 видно, как со временем нарастает хаотичность движения МТ, причем и движение и его хаотичность постепенно распространяются по длине нити от подвижного зажима к МТ вблизи неподвижного зажима.

Построенная модель и проведенное рассмотрение динамики деформации нити основы с учетом сил трения о нити утка показали, что силы трения существенным образом отражаются на смещениях участков нити при ее удлинении, причем возникает эффект хаотизации смещения участков нити, который, безусловно, передается обратно нитям утка. Это приводит к вероятностному разбросу в положениях уточных нитей. Предложенная двухточечная и построенная на ее базе многоточечная модели могут быть легко обобщены для случаев коэффициентов трения и сил нормального давления, зависящих от смещения участков нити [5–7]. На этой же основе могут быть получены и модели для безынерционных смещений, когда массами участков нити можно пренебречь.

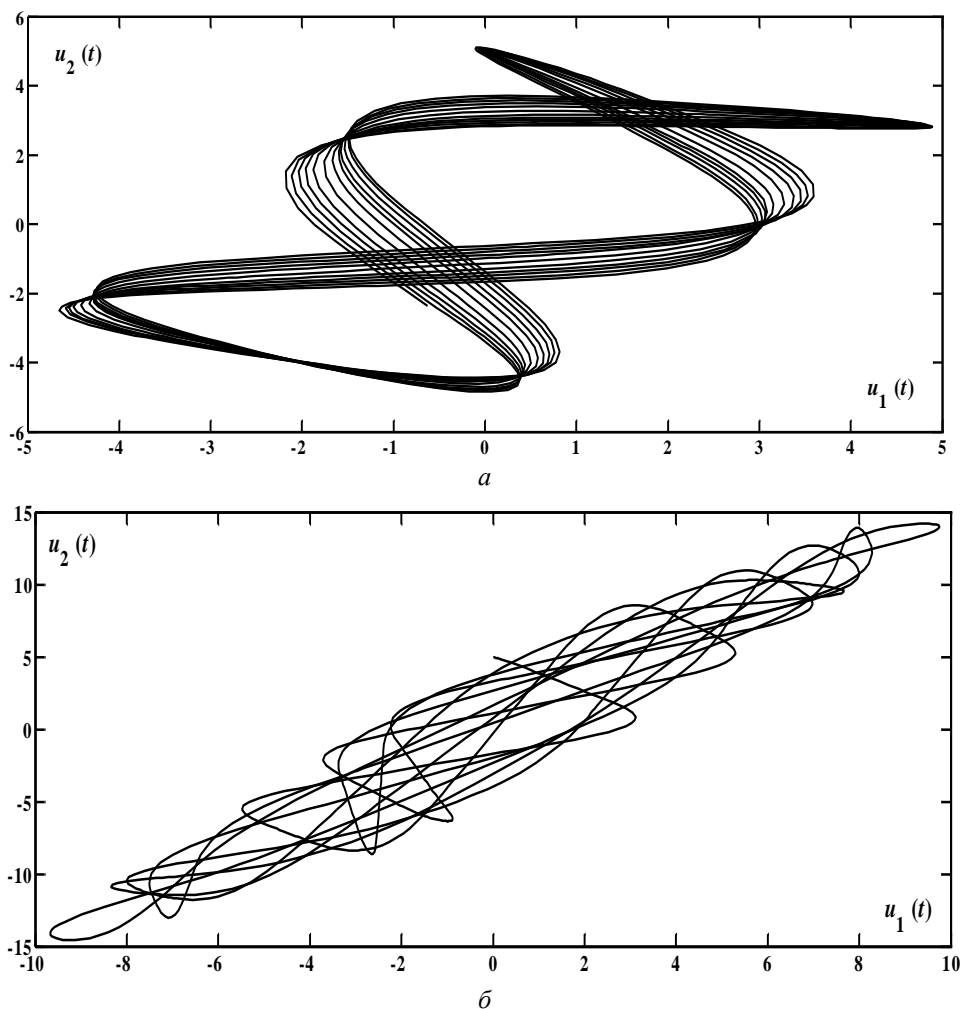


Рис. 3. Фазовый портрет динамики двухточечной модели нити основы при малом (а) и большом (б) трении с нитями утка

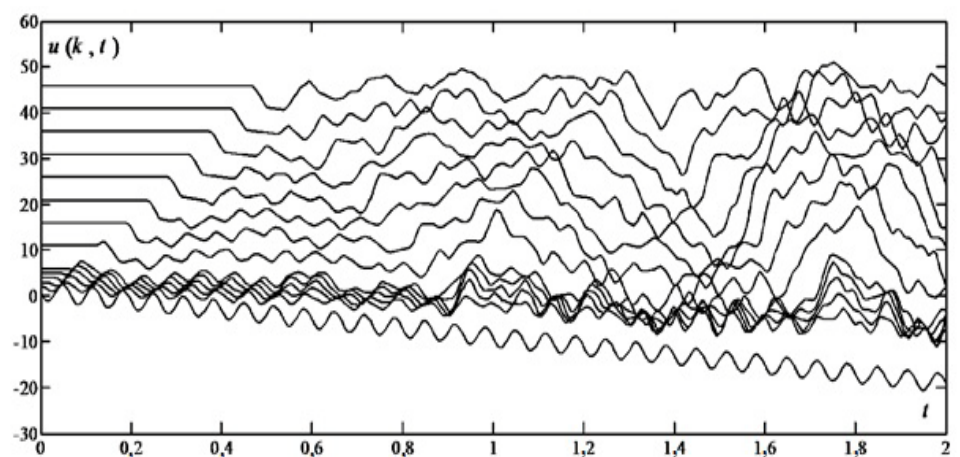


Рис. 4. Динамика распространения смещений точек основной нити при ее удлинении с учетом сил трения с нитями утка

ВЫВОДЫ

1. Предложена одномерная механическая модель для одной нити основы, входящей в состав полотняного переплетения, в виде чередующихся упругих элементов и элементов сухого трения.

2. На основе расчетов предложенной модели показано, что при малых силах трения между нитями основы и утка система ведет себя как двухточечный квазилинейный осциллятор, движение которого представляет собой биения с колебаниями на основных и комбинированных

частотах. С ростом сил трения хаотичность движения в местах перекрытия нитей возрастает, и при дальнейшем их увеличении колебания исчезают, структура ткани ведет себя как единое целое.

3. Расчет деформации нити основы с учетом сил трения о нити утка показал, что силы

трения существенным образом отражаются на смещениях участков нити при ее удлинении, причем возникает эффект хаотизации смещения участков нити, который, безусловно, передается обратно нитям утка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Компьютерное моделирование вязкоупругих морских полимерных канатов / А. Г. Макаров, Н. Г. Ростовцева, С. В. Федорова, С. В. Лебедева // *Дизайн. Материалы. Технология.* – 2010. – № 1(12). – С. 100–105.
2. Примаченко Б. М. Разработка методов прогнозирования структуры и эксплуатационных свойств тканей бытового и технического назначения на основе технологических параметров их производства : дис. ... д-ра техн. наук. – СПб., 2009. – 406 с.
3. Киселев М. В. Конечно-элементное представление механических моделей вязкоупругих волокон и нитей // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2006. – № 6С. – С. 24–26.
4. Севостьянов П. А. Компьютерные модели в механике волокнистых материалов : монография. – М. : Тисо Принт, 2013. – 254 с.
5. Севостьянов П. А., Самойлова Т. А., Монахов В. В. Простая конечно-элементная модель удлинения образца тканого полотна // *Материалы и технологии.* – 2018. – № 1. – С. 33–36.
6. Dynamics of Elongation and Breaking of Complex Yarns and its Dependence on Filament Properties in Modeling Semicyclic Deformations / P. A. Sevost'yanov, T. A. Samoilova, K. V. Ordov, V. V. Monakhov // *Fibre Chemistry.* – 2017. – V. 49, N 2. – P. 142–144.
7. Model for Elongation and Failure of Fabric, taking into Account Random Variations in the Yarn Parameters and Structure / P. A. Sevost'yanov, D. A. Zabrodin, P. E. Dasyuk, N. M. Puchkova // *Fibre Chemistry.* – 2015. – V. 46, N 6. – P. 378–383.

REFERENCES

1. Komp'yuternoe modelirovanie vyazkouprugih morskikh polimernyh kanatov / A. G. Makarov, N. G. Rostovceva, S. V. Fedorova, S. V. Lebedeva // *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya.* – 2010. – № 1(12). – S. 100–105.
2. Primachenko B. M. Razrabotka metodov prognozirovaniya struktury i ekspluatatsionnykh svojstv tkanej bytovogo i tekhnicheskogo naznacheniya na osnove tekhnologicheskikh parametrov ih proizvodstva : dis. ... d-ra tekhn. nauk. – SPb., 2009. – 406 s.
3. Kiselev M. V. Konechno-elementnoe predstavlenie mekhanicheskikh modelej vyazkouprugih volokon i nitej // *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti.* – 2006. – № 6S. – S. 24–26.
4. Sevost'yanov P. A. Komp'yuternye modeli v mekhanike voloknistykh materialov : monografiya. – M. : Tiso Print, 2013. – 254 s.
5. Sevost'yanov P. A., Samojlova T. A., Monahov V. V. Prostaya konechno-elementnaya model' udlineniya obrazca tkanogo polotna // *Materialy i tekhnologii.* – 2018. – № 1. – S. 33–36.
6. Dynamics of Elongation and Breaking of Complex Yarns and its Dependence on Filament Properties in Modeling Semicyclic Deformations / P. A. Sevost'yanov, T. A. Samoilova, K. V. Ordov, V. V. Monakhov // *Fibre Chemistry.* – 2017. – V. 49, N 2. – P. 142–144.
7. Model for Elongation and Failure of Fabric, taking into Account Random Variations in the Yarn Parameters and Structure / P. A. Sevost'yanov, D. A. Zabrodin, P. E. Dasyuk, N. M. Puchkova // *Fibre Chemistry.* – 2015. – V. 46, N 6. – P. 378–383.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

DOI 10.34216/2587-6147-2019-3-45-27-34

05.02.13 Машины, агрегаты и процессы (текстильная и легкая промышленность)

УДК 677.053.292.3

Рокотов Николай Викторович

кандидат технических наук, доцент

Колесников Валентин Александрович

аспирант

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,

Санкт-Петербург, Россия

nrkotov@mail.ru, valek.kolesnikov@mail.ru

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КОМБИНИРОВАННОГО РАСКЛАДЧИКА НИТИ

Статья посвящена определению основных характеристик комбинированного нитераскладочного механизма, применяемого при высокоскоростной намотке нитей. На основании ранее полученных зависимостей расположения витка нити для получения цилиндрической паковки выведены и решены уравнения, описывающие профиль паза пазового барабана, реверсные участки винтового барабанчика и участки между зонами реверса. Выполнены расчеты для конкретных параметров механизма.

Ключевые слова: высокоскоростной намоточный механизм, комбинированный нитераскладчик, пазовый барабан, винтовой барабанчик, цилиндрическая паковка, угол подъема витков нити, намотка.

При высокоскоростном наматывании синтетических нитей (более 50 м/с) динамические нагрузки, возникающие в узле нитераскладчика, не позволяют обеспечить требуемую надежность его работы [1–3]. Снижение их путем демпфирования [4–7] малоэффективно.

Увеличение скорости наматывания приводит не только к росту усилий в механизме раскладки, но и вызывает нарушение в законе укладки нити [8–11], что в конечном счете снижает качество формируемых паковок.

Возможной альтернативой инерционному нитераскладчику нити с винтовым барабанчиком может служить механизм раскладки нити с двумя нитераскладчиками.

Механизм имеет два нитераскладчика 1, 2 (рис. 1), связанных между собой посредством пары зубчатых колес 3' и 3'' и зубчатого ремня 4. Верхний нитераскладчик 1 состоит из барабанчика 5, в котором нарезан замкнутый винтовой паз 8, в который входит нитеводитель 9. Нитеводитель 9 расположен в прорези 10 корпуса 11 нитераскладчика. Второй нитераскладчик 2 состоит из пазового барабана 12 с нарезанным на его поверхности замкнутым винтовым пазом 13. Пазовый барабанчик установлен в подшипниках 14 и 15.

Механизм работает следующим образом. Пазовый барабан 12 приводится во вращение встроенным обращенным электродвигателем и посредством зубчатых колес 3' и 3'' и зубчатого ремня 4 передает вращение барабанчику 5. Нитеводитель 9 скользит по пазу 8 барабанчика 5 и движется возвратно-поступательно в прорези 10 корпуса нитераскладчика 11. Нить 17 проходит через нитенаправитель 18, затем через прорезь в нитеводителе 9 и попадает в паз 13 барабана 12. После этого наматывается на вращающуюся паковку 19, которая приводится во вращение от фрикционного цилиндра 20.

На участке от нитеводителя 9 до точки входа нити в паз 13 пазового барабана 12 нить имеет наклон, направленный в сторону движения нитеводителя 9. Этот наклон позволяет нити беспрепятственно проходить места пересечений паза 13 пазового барабана 12, не выходя из паза и не попадая в паз противоположного направления.

Для надежной укладки нити в паз 13 пазового барабана 12 необходимо, чтобы угол отклонения нити от вертикали был равен углу подъема паза 13.

В рассматриваемом механизме скорость наматывания нити $v = 2500$ м/мин, число оборотов пазового барабана $n_{п.б} = 3000$ об/мин, передаточное отношение между барабанчиками

$i = 1,75$, диаметр пазового барабана (по дну канавки) $D_{п.б} = 210$ мм, диаметр винтового барабанчика (наружный) $D_{в.б} = 45$ мм, ширина раскладки (расстояние между крайними точками паза на пазовом барабане) $B = 250$ мм, число оборотов пазового барабана, за которое нить

совершает один двойной ход, $n_1 = 4$, число оборотов винтового барабанчика, за которое нить совершает один двойной ход (с учетом передаточного отношения), $n_2 = 7$, расстояние между линией движения нитеводителя и линией набегания нити на пазовый барабан $L = 144$ мм.

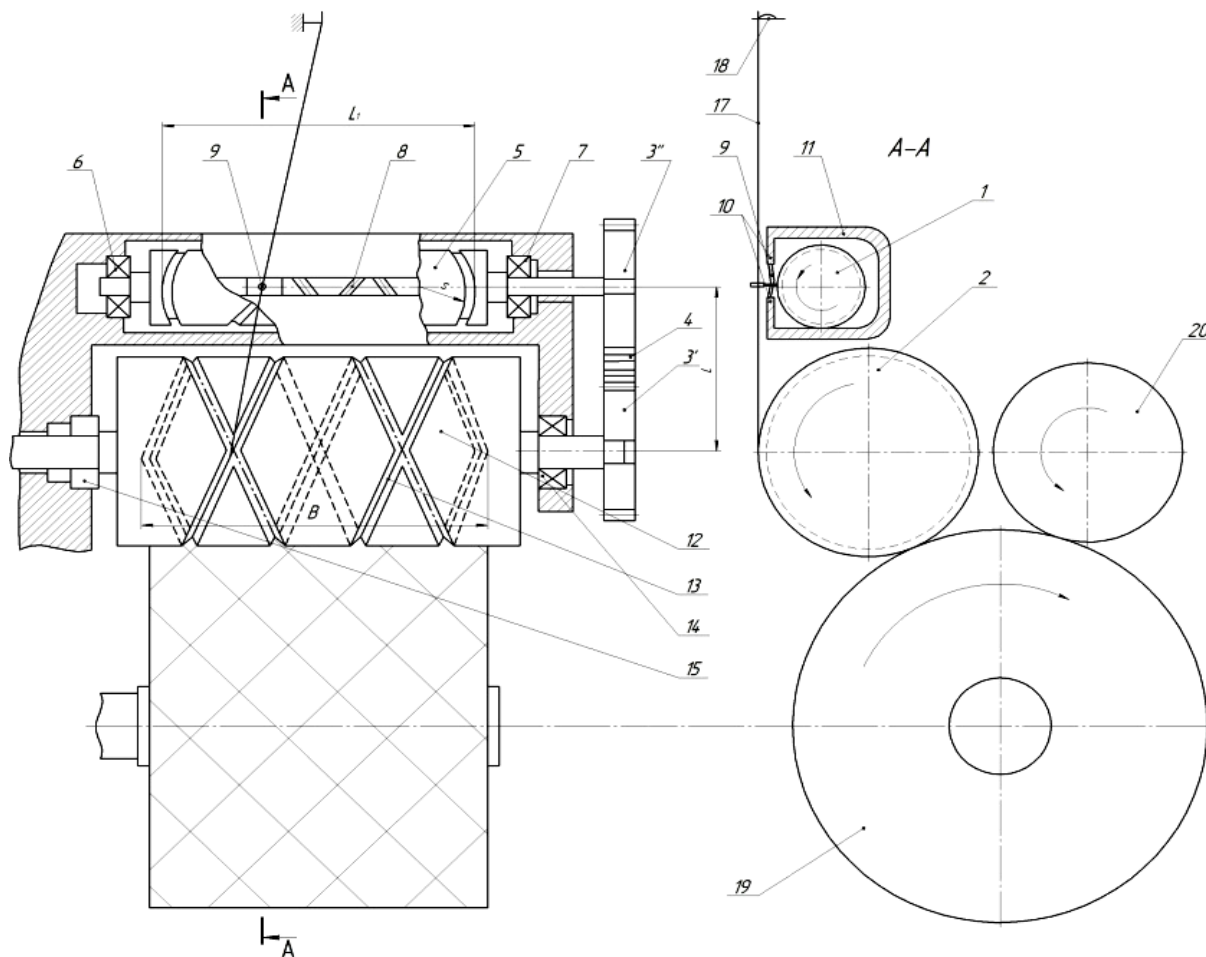


Рис. 1. Схема механизма нитераскладчика

Приведем методику расчета переменного угла наматывания при сохранении постоянной плотности намотки вдоль образующей.

Закон расположения нити на паковке можно представить зависимостью

$$z = z(Y),$$

где z – координата точки набегания нити на паковку, измеренная вдоль образующей паковки; Y – угол поворота паковки.

Для дальнейших расчетов удобнее считать, что

$$z = z(S), \quad (1)$$

где S – координата развертки паковки.

Для случая когда угол подъема витков намотки постоянен, эта зависимость примет вид:

$$z = aS + b,$$

где a и b – коэффициенты;

$$a = \operatorname{tg} \alpha,$$

где α – угол подъема витков (угол наматывания). Соответствующим выбором начала координат можно обеспечить $b = 0$.

При постоянном угле намотки α плотность наматывания получается равномерной вдоль оси вращения паковки, или, что более точно, в различные элементарные кольца вдоль оси паковки объемом dQ укладываются одинаковые массы волокна dm [12].

В некоторых случаях, исходя из технологических, кинематических, динамических или иных соображений, требуется обеспечить переменный угол подъема витков на паковке, при сохранении заданной геометрической формы (цилиндр). Таким образом, при формировании цилиндрической паковки необходимо, чтобы

суммарное количество волокна, попавшее в элементарные кольца dQ , оставалось постоянным.

Как известно [13], масса волокна в точке z определяется углом подъема витков образующей и составляет

$$dm = \frac{1}{\sin \alpha(z)_{np}} + \frac{1}{\sin \alpha(z)_{обр}},$$

где $\alpha(z)_{np}$ и $\alpha(z)_{обр}$ – угол наклона витков при прямом и обратном ходе нитеводителя.

При постоянном угле подъема витков при прямом и обратном ходе:

$$\alpha(z)_{np} = \alpha(z)_{обр} = \alpha_0,$$

$$dm = \frac{2}{\sin \alpha_0}.$$

В общем случае для получения цилиндрической намотки необходимо выполнение следующего условия:

$$\frac{1}{\sin \alpha(z)_{np}} + \frac{1}{\sin \alpha(z)_{обр}} = \frac{2}{\sin \alpha_0}, \quad (2)$$

при $0 \leq z \leq B$, где B – ширина раскладки.

Считая закон изменения угла $\alpha(z)$ одинаковым, при изменении z от 0 до B для прямого хода, от B до 0 для обратного хода можно записать:

$$\begin{aligned} \alpha(z)_{np} &= \alpha(B-z)_{обр}, \\ \alpha(z)_{обр} &= \alpha(B-z)_{np}, \end{aligned} \quad (3)$$

тогда зависимость (2) с учетом (3) примет вид:

$$\frac{1}{\sin \alpha(z)_{np}} + \frac{1}{\sin \alpha(B-z)_{np}} = \frac{2}{\sin \alpha_0}.$$

В дальнейшем для упрощения записи индекс np опустим.

Обозначим

$$f(z) = \frac{1}{\sin \alpha(z)},$$

тогда

$$\begin{cases} f(z) + f(B-z) = \frac{2}{\sin \alpha_0}, \\ f(0,5B) = \frac{1}{\sin \alpha_0}, \\ f(B) = \frac{2}{\sin \alpha_0} + f(0). \end{cases} \quad (4)$$

Самая простая функция $f(z)$, удовлетворяющая условиям (4), это линейная:

$$f(z) = az + a_0,$$

$$\text{где } a = 2 \left[\frac{1}{\sin \alpha_0} - f(0) \right] \frac{1}{B},$$

$$a_0 = f(0).$$

Таким образом,

$$f(z) = \frac{2}{B} \left[\frac{1}{\sin \alpha_0} - f(0) \right] z + f(0).$$

Или, переходя к первоначальным обозначениям и давая в качестве исходного угла угол наклона $\alpha_{нач}$ в точке $z = 0$, получим:

$$\frac{1}{\sin \alpha(z)} = \frac{2}{B} \left[\frac{1}{\sin \alpha_0} - \frac{1}{\sin \alpha_{нач}} \right] z + \frac{1}{\sin \alpha_{нач}}. \quad (5)$$

Для определения зависимости (1) заменим в уравнении (5) угол $\alpha(z)$ на угол $\beta(z) = 0,5\pi - \alpha(z)$. Несложно показать, что

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{d} (az^2 + bz + c)^{0,5}, \quad (6)$$

где $a = 4(\sin \alpha_{нач} - \sin \alpha_0)^2$,

$$b = 4B \sin \alpha_0 (\sin \alpha_{нач} - \sin \alpha_0),$$

$$c = B^2 \sin^2 \alpha_0 (1 - \sin^2 \alpha_{нач}),$$

$$d = B \sin \alpha_0 \sin \alpha_{нач}.$$

Учитывая, что $\operatorname{tg} \beta = \frac{dS}{dz}$, найдем зависи-

мость $S = S(z)$, обратную зависимости (1), интегрированием уравнения (6), то есть получим

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{d} \frac{(2az + b) \sqrt{az^2 + bz + c}}{4a} + \\ &+ \frac{1}{d} \frac{1}{2k\sqrt{a}} \ln(2\sqrt{a(az^2 + bz + c)} + 2az + b) + c_1, \end{aligned} \quad (7)$$

где $k = \frac{4a}{4ac - b^2}$;

$$c_1 = \frac{1}{d} \left[-\frac{b\sqrt{c}}{4a} - \frac{1}{2k} \frac{1}{\sqrt{a}} \ln(2\sqrt{ac} + b) \right] - \text{по}$$

стоянная интегрирования, определяемая из условия $S(0) = 0$.

Формула (7) является довольно сложной и неудобной для инженерного расчета, так как необходимо иметь зависимость $z = z(S)$, которую из выражения (7) получить в аналитиче-

ском виде практически невозможно. При использовании ЭВМ эта формула может быть использована в процессе счета.

Для инженерного расчета, который можно произвести без использования ЭВМ, могут быть предложены более простые формулы, получающиеся при замене в уравнении (5) синусов углов на тангенсы. Получающаяся при этом ошибка, с учетом величин углов, составляет не более 2%. Исходное уравнение (5) в этом случае будет иметь следующий вид:

$$\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha(z)} = \frac{2}{B} \left[\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha_0} - \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha_{нач}} \right] z + \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha_{нач}}.$$

Действуя так же, как и в предыдущем случае, получим после интегрирования

$$S = 0,5k_1 z^2 + k_2 z,$$

$$\text{где } k_1 = \frac{2(\operatorname{tg}\alpha_{нач} - \operatorname{tg}\alpha_0)}{B \operatorname{tg}\alpha_0 \operatorname{tg}\alpha_{нач}},$$

$$k_2 = \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha_{нач}}.$$

Преобразуя формулу к более удобному виду, будем иметь

$$z = \frac{-k_2 + \sqrt{k_2^2 + 2k_1 S}}{k_1}. \quad (8)$$

Выражение (8) определяет кривую, по которой должна располагаться нить на паковке для получения практически равномерной плотности вдоль образующей. Необходимо отметить, что (8) определяет координату z при $0 \leq S \leq 0,5k_1 B^2 + k_2 B$, что соответствует движению нитераскладчика из одного крайнего положения в противоположное. Для обратного хода, то есть при $0,5k_1 B^2 + k_2 B \leq S \leq k_1 B^2 + 2k_2 B$ трудно получить зависимость

$$z = B - \frac{-k_2 + \sqrt{k_2^2 + 2k_1(S - S_0)}}{k_1}, \quad (9)$$

$$\text{где } S_0 = 0,5k_1 B^2 + k_2 B.$$

В дальнейшем цикл раскладки повторяется. Для определения координат паза пазового барабана будем пользоваться зависимостями (8) и (9).

Для того чтобы нить не проскальзывала относительно пазового барабана при наматывании, необходимо соблюдение условия

$$S = Y_{n.\delta} 0,5D_{n.\delta},$$

где $Y_{n.\delta}$ – угол поворота пазового барабана;

$D_{n.\delta}$ – диаметр пазового барабана (по дну канавки).

Подставляя эту зависимость в (8) и (9), будем иметь зависимости для определения координат паза пазового барабана:

при $0 \leq Y_{n.\delta} \leq \pi n_1$ получим

$$z = \frac{-k_2 + \sqrt{k_2^2 + k_1 D_{n.\delta} Y_{n.\delta}}}{k_1},$$

при $\pi n_1 \leq Y_{n.\delta} \leq 2\pi n_1$ получим

$$z = B - \frac{-k_2 + \sqrt{k_2^2 + k_1 D_{n.\delta} (Y_{n.\delta} - \pi n_1)}}{k_1},$$

где n_1 – число оборотов пазового барабана, за которое нить совершает один двойной ход.

Необходимо отметить, что для пазового барабана должно выполняться условие замкнутости:

$$0,5D_{n.\delta} \pi n_1 = \frac{B}{\operatorname{tg}\alpha_0}.$$

Перейдем к определению координат первого пересечения канавок пазового барабана. Определение этих координат необходимо для построения профиля переходного участка винтового барабанчика. Для этого рассмотрим развертку профиля пазового барабана. В точке пересечения пазов должны выполняться два условия:

$$\begin{aligned} z(Y_2) &= z_2(Y_1), \\ Y_1 + Y_2 &= 2\pi. \end{aligned} \quad (10)$$

Уравнения паза при прямом ходе:

$$Y = \frac{0,5k_1 z^2 + k_2 z}{0,5D_{n.\delta}}, \quad 0 \leq Y \leq \pi n_1, \quad (11)$$

при обратном ходе:

$$Y = \frac{0,5k_1 (B - z)^2 + k_2 (B - z)}{0,5D_{n.\delta}} + \pi n_1,$$

$$\pi n_1 \leq Y \leq 2\pi n_1.$$

Если обозначить z_n координату точки пересечения пазов, то можно показать, что

$$Y_2 = \frac{0,5k_1 z_n^2 + k_2 z_n}{0,5D_{n.\delta}}, \quad (12)$$

$$Y_1 = 2\pi n_1 - \left(\frac{0,5k_1 (B - z_n)^2 + k_2 (B - z_n)}{0,5D_{n.\delta}} + \pi n_1 \right), \quad (13)$$

Подставляя выражения (12), (13) в условие (10) и учитывая, что $0,5k_1B^2 + k_2B = \pi n_1 \cdot 0,5D_{n.\delta}$ (это условие получено из (9) при $z = B$), будем иметь

$$z_n = \frac{\pi D_{n.\delta}}{2k_2 + k_1 B}.$$

Используя формулы (12) и (13), можно определить Y_2 и Y_1 .

Для того чтобы нить надежно укладывалась в паз пазового барабана необходимо, чтобы наклон нити на участке между нитераскладчиками был равен углу наклона паза пазового барабана, то есть необходимо выполнение следующего условия:

$$y = z + L \operatorname{tg} \gamma,$$

где y – координата винтового барабанчика;

z – координата пазового барабана;

L – расстояние между линией движения нитеводителя и линией набегания нити на пазовый барабан;

$\operatorname{tg} \gamma$ – угол наклона паза на пазовом барабане.

С учетом приведенных выше формул для пазового барабана, учитывая, что

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{1}{\sqrt{k_2^2 + k_1 D_{n.\delta} Y_{n.\delta}}},$$

а также передаточное отношение между пазовым барабаном и винтовым барабанчиком $x = Yi$, где x – угол поворота винтового барабанчика; i – передаточное отношение, запишем выражения для определения координат винтового барабанчика в виде:

$$y = \frac{-k_2 + \sqrt{k_2^2 + \frac{k_1 D_{n.\delta}}{i} x}}{k_1} + \frac{L}{\sqrt{k_2^2 + \frac{k_1 D_{n.\delta}}{i} x}}, \quad (14)$$

при $0 \leq x \leq \pi n_1 i$;

$$y = \frac{-k_2 + \sqrt{k_2^2 + \frac{k_1 D_{n.\delta}}{i} (x - \pi n_1 i)}}{k_1} + \frac{L}{\sqrt{k_2^2 + \frac{k_1 D_{n.\delta}}{i} (x - \pi n_1 i)}}, \quad (15)$$

при $\pi n_1 i \leq x \leq 2\pi n_1 i$.

Углы x_1 и x_2 , соответствующие прохождению нитью крайних перекрестий пазов пазового барабана, определяется как

$$x_1 = Y_1 i,$$

$$x_2 = Y_2 i.$$

Переходный участок винтового барабанчика будем искать в виде полинома

$$y = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_n. \quad (16)$$

Координаты этого полинома в точках x_1 и x_2 должны равняться соответственно координатам паза в этих точках, рассчитанных по формулам (14), (15), а производная полинома (16) в этих точках должна равняться производной профиля паза. Математически эти условия можно записать в виде четырех уравнений:

$$\begin{cases} a_0 x_1^n + a_1 x_1^{n-1} + \dots + a_{n-1} x_1 + a_n = y(-x_1), \\ a_0 x_2^n + a_1 x_2^{n-1} + \dots + a_{n-1} x_2 + a_n = y(x_2), \\ n a_0 x_1^{n-1} + (n-1) a_1 x_1^{n-2} + \dots + a_{n-1} = y'_x(-x_1), \\ n a_0 x_2^{n-1} + (n-1) a_1 x_2^{n-2} + \dots + a_{n-1} = y'_x(x_2). \end{cases} \quad (17)$$

На основании полученных зависимостей были проведены расчеты основных параметров комбинированного нитераскладчика, представленные в таблице и на рис. 2–4.

ВЫВОДЫ

1. Получены зависимости, определяющие форму пазов пазового барабана и винтового барабанчика в комбинированном нитераскладочном механизме.

2. Выполнены расчеты для различных значений параметров нитераскладчика.

Таблица

Результаты расчета основных параметров нитераскладчика

№ вар	$\alpha_{нач}$, град	$\alpha_{кон}$, град	k_1	k_2	x_1 , рад	x_2 , рад	b_1 , мм	β_1	b_2 , мм	β_2	$-c_1$	c_2
1	10,7286	10,7286	0,0	5,277876	5,49778	5,49778	36,5	6,639034	88,5	16,09738	11,36221	11,36821
2	10,0	11,570	-0,003147	5,671281	5,19043	5,80513	34,160135	6,581358	88,80338	15,29738	12,01554	11,12543
3	9,0	13,264	-0,008287	6,313769	4,68850	6,30707	32,247446	6,877986	87,34539	13,84879	13,26903	10,72001
4	8,0	16,207	-0,014699	7,115361	4,06226	6,93331	29,465956	7,253583	85,73832	12,36614	15,29739	10,21645
5	7,0	22,523	-0,022932	8,144383	3,25833	7,73723	25,045119	7,684974	83,95677	10,85100	19,09260	9,595848

$$\alpha_0 = 10,728634^\circ, B = 250 \text{ мм}, D_{n.\delta} = 210 \text{ мм}, n_1 = 4, i = 1,75, L = 144 \text{ мм}.$$

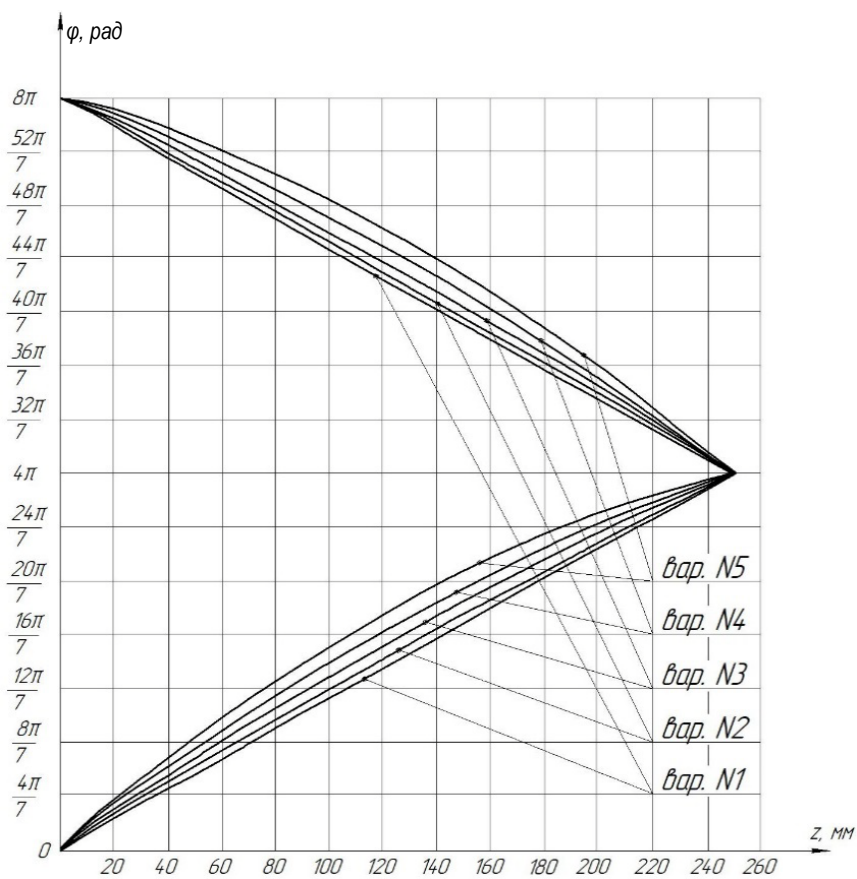


Рис. 2. Развертка паза пазового барабана

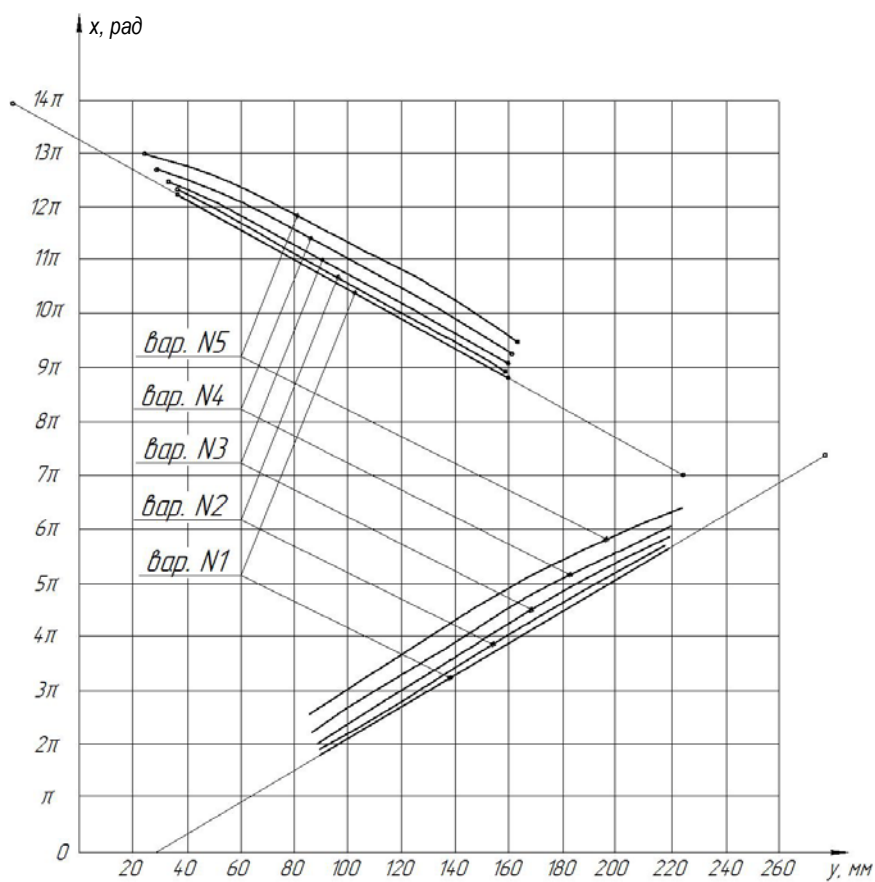


Рис. 3. Развертка паза винтового барабанчика между зонами реверса

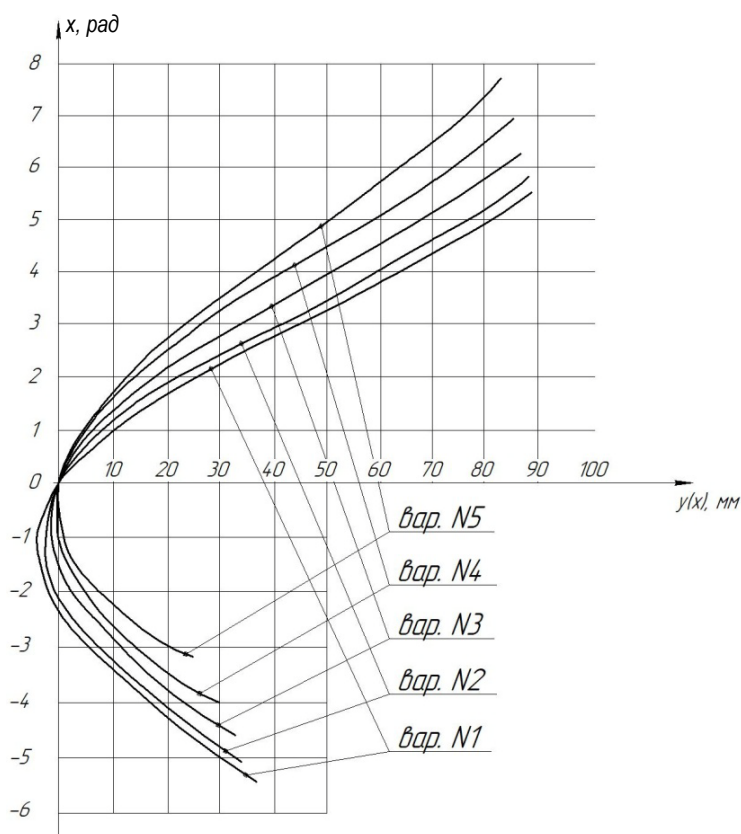


Рис. 4. Форма переходного участка

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рокотов Н. В., Марковец А. В., Колесников В. А. Анализ законов движения кулачковых нитераскладочных механизмов // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. XIV Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Наука и просвещение, 2018. – С. 56–62.
2. Рокотов Н. В. Анализ зазоров, влияющих на работу нитеводителя // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф. : в 3 ч. Ч. 1. – Пенза : Наука и просвещение, 2018. – С. 100–105.
3. Рокотов Н. В., Мазин Л. С., Беспалова И. М. Анализ динамических нагрузок, действующих на нитеводителя // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика : сб. ст. XIII Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1. – Пенза : Наука и просвещение, 2018. – С. 110–114.
4. Диссипативные свойства текстильных паковок / П. Н. Рудовский, С. В. Палочкин, А. Ю. Колягин, Н. Ю. Лабай. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2016. – 83 с.
5. Лабай Н. Ю., Рудовский П. Н., Палочкин С. В. Расчет рассеяния энергии колебаний в цилиндрической текстильной паковке с параллельной намоткой нити // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 4 (333). – С. 61–65.
6. Демпфирование колебаний в цилиндрическом теле намотки при изгибе оправки / П. Н. Рудовский, С. В. Палочкин, А. Ю. Колягин, Н. Ю. Лабай // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 5(326). – С. 95–100.
7. Палочкин С. В., Лабай Н. Ю., Рудовский П. Н. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в текстильных паковках с крестовой намоткой нити // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 3(357). – С. 141–145.
8. Палочкин С. В., Рудовский П. Н., Нуриев М. Н. Методы и средства контроля основных параметров текстильных паковок. – М. : Изд-во Моск. гос. текст. ун-та им. А. Н. Косыгина. – 2006. – 240 с.
9. Рудовский П. Н., Киприна Л. Ю., Нуриев М. Н. Методика количественной оценки параметров структуры намотки // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2005. – № 11. – С. 27–30.

10. Киприна Л. Ю., Рудовский П. Н. Оценка качества структуры текстильных паковок с использованием современных информационных технологий. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2011. – 111 с.
11. Денисов А. Р., Киприна Л. Ю., Рудовский П. Н. Применение методов кластерного анализа для контроля качества паковок крестовой намотки // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – № 4С(291). – С. 111–113.
12. Рокотов Н. В., Беспалова И. М. Исследование неравномерности распределения нити вдоль оси вращения паковки при наматывании // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2017. – № 5. – С. 9–12.
13. Гордеев В. А. Анализ работы навивающего механизма крестомотальных машин и пути совершенствования этого механизма : дис. ... канд. техн. наук. – М. : МТИ, 1941.

REFERENCES

1. Rokotov N. V., Markovets A. V., Kolesnikov V. A. Analiz zakonov dvizheniya kulachkovykh niteraskladochnykh mekhanizmov // Sovremennye tekhnologii: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii : sb. st. XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Penza : Nauka i prosveshchenie, 2018. – S. 56–62.
2. Rokotov N. V. Analiz zazorov, vliyayushchih na rabotu nitevoditelya // Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii : sb. st. XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. : v 3 ch. CH. 1. – Penza : Nauka i prosveshchenie, 2018. – S. 100–105.
3. Rokotov N. V., Mazin L. S., Bepalova I. M. Analiz dinamicheskikh nagruzok, dejstvuyushchih na nitevoditel' // Innovacionnye nauchnye issledovaniya: teoriya, metodologiya, praktika : sb. st. XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. : v 2 ch. CH. 1. – Penza : Nauka i prosveshchenie, 2018. – S. 110–114.
4. Dissipativnye svoystva tekstil'nyh pakovok / P. N. Rudovskij, S. V. Palochkin, A. Yu. Kolyagin, N. Yu. Labaj. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2016. – 83 s.
5. Labaj N. Yu., Rudovskij P. N., Palochkin S. V. Raschet rasseyanija energii kolebanij v cilindricheskoj tekstil'noj pakovke s paralel'noj namotkoj niti // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2011. – № 4 (333). – S. 61–65.
6. Dempfirovanie kolebanij v cilindricheskom tele namotki pri izgibe opravki / P. N. Rudovskij, S. V. Palochkin, A. Yu. Kolyagin, N. Yu. Labaj // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2010. – № 5(326). – S. 95–100.
7. Palochkin S. V., Labaj N. Yu., Rudovskij P. N. Eksperimental'nye issledovaniya dempfirovaniya kolebanij v tekstil'nyh pakovkah s krestovoj namotkoj niti // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2015. – № 3(357). – S. 141–145.
8. Palochkin S. V., Rudovskij P. N., Nuriev M. N. Metody i sredstva kontrolya osnovnykh parametrov tekstil'nyh pakovok. – М. : Izd-vo Mosk. gos. tekst. un-ta im. A. N. Kosygina. – 2006. – 240 s.
9. Rudovskij P. N., Kiprina L. Yu., Nuriev M. N. Metodika kolichestvennoj ocenki parametrov struktury namotki // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2005. – № 11. – S. 27–30.
10. Kiprina L. Yu., Rudovskij P. N. Ocenka kachestva struktury tekstil'nyh pakovok s ispol'zovaniem sovremennykh informacionnykh tekhnologij. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2011. – 111 s.
11. Denisov A. R., Kiprina L. Yu., Rudovskij P. N. Primenenie metodov klaster'nogo analiza dlya kontrolya kachestva pakovok krestovoj namotki // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2006. – № 4S(291). – S. 111–113.
12. Rokotov N. V., Bepalova I. M. Issledovanie neravnomernosti raspredeleniya niti vdol' osi vrashcheniya pakovki pri namatyvanii // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizajna. Seriya 1: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2017. – № 5. – S. 9–12.
13. Gordeev V. A. Analiz raboty navivayushchego mekhanizma krestomotal'nyh mashin i puti sovershenstvovaniya etogo mekhanizma : dis. ... kand. tekhn. nauk. – М. : МТИ, 1941.

ДИЗАЙН

DOI 10.34216/2587-6147-2019-3-45-35-39

17.00.06 Техническая эстетика и дизайн

УДК 671.1; 678,8; 745.03

Галанин Сергей Ильич

доктор технических наук, профессор

Цинь Лицзюань

аспирант

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

sgalanin@mail.ru; qin1981@bk.ru

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ НЕФРИТОВОЙ КУЛЬТУРЫ КИТАЯ. ЭПОХА «СВЯТОГО НЕФРИТА»

В статье рассмотрено зарождение и становление жемчужины китайской нефритовой культуры – эпохи «Святого нефрита», или «Нефритового бога». На примере археологических нефритовых артефактов культур Синлунва, Хуншань, Линцзятань и Лянчжун показана динамика развития технологий обработки нефрита и возрастающая роль культовых нефритовых предметов в культуре Китая. «Святому» нефриту с выгравированным глубоким узором древними жителями Китая придавалось таинственное религиозное значение. Нефрит символизировал их веру в бога и создавал необходимый антураж для общения с Небом. Разнообразные нефритовые артефакты являлись символами статуса человека в древнем китайском обществе, сопровождали его в загробной жизни. Эпоха «Святого нефрита» заложила основу для развития всей нефритовой культуры Китая, дала толчок для совершенствования технологий обработки этого минерала нежного цвета.

Ключевые слова: нефритовая культура Китая, технология обработки нефрита, артефакты, эпоха «Святого нефрита», нефрит, культуры Синлунва, Хуншань, Линцзятань и Лянчжун.

В людском сознании нефрит всегда ассоциируется с Китаем. Хотя в мире есть много стран, которые добывают, обрабатывают и используют нефрит, ни одна страна не сформировала такую уникальную нефритовую культуру, как Китай. Причем ее формирование происходило на протяжении более 8000 лет. Этот минерал оказывал сильнейшее влияние не только на китайскую культуру, но и на ход истории этого древнего государства, на протяжении многих тысячелетий во многом определяя политику, обряды, религию и обычаи. Нефрит – душа Китая, поклонение и любовь к этому минералу основано не на ценности, а на его внутренних качествах. На протяжении тысячелетий нефрит был не только прекрасным украшением, но и важным носителем материальной и духовной культуры. В последние годы исследование происхождения китайской нефритовой культуры больше опиралось на развитие археологии, главным образом благодаря ее уникальным методам исследования. Археологи обоснованно полагают, что в Китае уже в эпоху неолита на

рубеже бронзовых и железных веков царствовала «ослепительная нефритовая эпоха» [1, 2].

В отличие от истории китайских правящих династий нефритовая культура этой страны имеет собственную эволюцию, которую можно разделить на четыре периода: эпоха «Нефритового бога», или «Святого нефрита», эпоха «Нефритового императора», эпоха «Нефритового народа» и эпоха «Нефритовой современности», обладающие своими исключительными особенностями. Рассмотрим наиболее значимые точки формирования нефритовой культуры периода «Святого нефрита».

Эпоха «Святого нефрита»

Эпоха «Нефритового бога» («Святого нефрита») – период первобытной культуры (примерно VI–II тысячелетие до н. э.). Истоки поклонения и любви китайцев к нефриту стоит искать в древности, когда их предки использовали нефритовые орудия труда и утварь, а также в особенностях представлений предков о Вселенной. В древности в процессе поиска материала для изготовления орудий труда и предметов быта был обнаружен красивый блестящий камень нежного цвета. Под влиянием анимисти-

ческого мировоззрения (веры в существование души и духов, в одушевленность всей природы) предки считали нефрит воплощением Солнца и Луны, божественным даром природы.

В глубокой древности производительность труда была крайне низкой. Способности человека понимать и приспосабливаться к природным явлениям низки, страх перед необъяснимыми явлениями и катаклизмами велик. Поэтому, когда люди сталкивались с серьезной проблемой и необходимостью принятия решения, вождь племени и медиум через «святой» нефрит стремились получить указание от бога. В результате археологических раскопок были обнаружены нефритовые брелоки в форме неполного кольца, принадлежащие культуре Синлунва, существовавшей около 8000 лет назад (рис. 1). Такие украшения продевали в уши или зажимали на мочках, удлиняя их (обычай сохранился до наших дней у народа ли на о. Хайнань). Они типичны для этой культуры и были важным инструментом для общения между жрецами и богами [3]. В дополнение к функции украшения в этот период изделия из нефрита обозначали ранг, статус и социальное положение погребенного. Археологические данные указывают, что в период культуры Синлунва сформировалась относительно стандартизированная система использования нефритовых социальных знаков.



**Рис. 1. Культура Синлунва.
Яшмовые брелоки**

Носители культуры Синлунва занимались охотой и собирательством. Их наземные жилища почти всегда одинакового размера; вокруг поселения Синлунва есть следы рва, что делает его самым древним укрепленным поселением в Китае. Покойников хоронили здесь же под полами домов. Инвентарь таких погребений прост, состоит из керамики и примитивных украшений, по большей части для ушей. Социальное расслоение по количеству погребального инвентаря практически не заметно. Найдены ритуальные захоронения животных, принесенных в жертву, что указывает на распространение веры в духов.

В целом вещи довольно примитивны по форме, в отличие от древностей следующей по времени на данной территории культуры Хун-

шань, уже земледельческой. Тем не менее они интересны как древнейший в Китае пример работы людей неолита с нефритом, очень твердым и сложным для обработки. Технологическое исследование показало, что использовались два основных метода обработки этого минерала: прорезка с помощью веревки и протирание отверстия остроконечным орудием [1].

Синлунва считается первоисточником китайской нефритовой культуры, заложившей основу для формирования последующей культуры северного Хуншань – IV–III тысячелетия до н. э., периода развития человеческой деятельности и появления родовых племен, сыгравшей важную роль в становлении китайской цивилизации. Изделия Хуншань – яркие артефакты китайской нефритовой культуры. Пример – найденный в 1971 году загадочный волшебный «первый китайский дракон», признанный китайским археологическим сообществом символом культуры Хуншань (рис. 2).



**Рис. 2. Культура Хуншань.
С-образный нефритовый дракон**

Находка нефритового дракона показала не только высокий уровень развития мастерства гравировки по нефриту в то время, но и тесную связь нефрита с древней религией и идолопоклонничеством, что полностью подтверждает историю китайской нефритовой культуры и ее истоки. Изделия из нефрита использовались в ритуалах общения с богами, например, при жертвоприношениях предкам и Небу, а также как ритуальные предметы для погребения умерших. Количество нефритовых изделий определяло статус погребенного. Археолог Гуо Дашунь считает, что уникальная традиция культуры Хуншань как ни что иное показала ценность нефритовых изделий: «Без нефрита нет захоронения» [4]. В эпоху «Нефритового бога» появились первые ритуальные нефритовые изделия. В это время уровень технологии резьбы по нефриту повысился, в обработке изделий стало применяться шлифование. Форма нефритовых изделий разнообразна. Кроме С-образного дракона, известны нефритовые подвески в форме облака, черепахи, ихтиорниса и др.

В период культуры Линцзятань (5500–5300 лет назад) эпоха «Нефритового бога» достигла своего пика. Культура Линцзятань в целом совпадает с культурой северного Хуншань, но между ними есть и существенные различия. Археологические раскопки доказывают, что нефритовые артефакты, обнаруженные в Линцзятань, отличаются разнообразием, уникальны по форме и искусности гравировки. Наиболее характерные нефритовые предметы: дракон, человек, полукруглый амулет, черепаха, табличка (рис. 3) [5]. Нефритовый дракон Линцзятань сильно отличается от нефритового дракона Хуншань. Он имеет более красивую форму, простую и содержательную резьбу, больше соответствуя образу дракона в традиционном китайском представлении.



Рис. 3. Культура Линцзятань. Нефритовые дракон и человек

Анализ изделий из нефрита показал, что во время культуры Линцзятань, по сравнению с культурой Хуншань, существовал более продвинутый дизайн и более развитая технология обработки камня (резки, резьбы, сверления, шлифования). Археологические артефакты доказывают, что применение шлифовальных инструментов и сверления развило технологию обработки нефритовых изделий до достаточно высокого уровня.

Культура Линцзятань значительно повлияла на обогащение и развитие древней китайской нефритовой культуры, она не только отражала социальный статус человека в обществе, эстетические нормы и уровень технологий, но и помогла эпохе «Нефритового бога» достичь своего пика.

Очень интересны и значимы нефритовые изделия культуры Лянчжу (период неолита 3300–2200 до н. э.). В глубокой древности предки современных китайцев считали, что небо круглое, а земля квадратная. Под влиянием этого мировоззрения люди для поклонения Небу использовали нефритовые регалии Би, представляющие собой плоские круглые диски

с круглым отверстием в центре, то есть имеющие форму кольца (рис. 4).



Рис. 4. Нефритовая регалия Би культуры Лянчжу, символизирующая богатство

Китайские нефритовые диски делились на три типа: у диска «Би» (璧) разность радиусов диска и отверстия в два раза больше диаметра отверстия, если эта разность была в два раза меньше диаметра отверстия, то диск назывался «Юань» (瑗); если эта разность была примерно равна диаметру отверстия, то диск назывался «Хуань» (環) [6].

Среди археологических артефактов, таких как нефритовый шарик, зерно, плоское кольцо и др., особое место занимают различные нефритовые предметы ритуального назначения, украшенные качественной резьбой и уникальными орнаментами. Типичными являются: регалия Цун в виде квадрата с круглым отверстием посередине, символ божественного права, Юйюе – секира, символ императорского права, Би – символ богатства.

Регалии Цун очень многочисленны, имеют уникальную форму, красивую своеобразную резьбу и считаются самыми ценными среди изделий всех периодов древней нефритовой культуры. Цун использовались медиумами для общения с духами неба и земли. Они имели квадрат снаружи и круглое отверстие внутри. В центре каждой грани – канавка, разделяющая регалию на восемь групп граней. Это означает, что восемь сторон подобны земле, круглый изнутри – символ неба, квадратный снаружи – символ земли. Большинство этих регалий было найдено в больших, тщательно продуманных гробницах и, вероятно, принадлежало знати. В музее провинции Чжэцзян находится императорская нефритовая регалия Цун – самый дорогой экспонат музея (рис. 5). Восемь человеческих фигурок выгравировано на четырех сторонах и четырех углах – символ единства Неба и человека. Это прекрасно отражает концепцию нефрита, доминирующую среди людей в то время [7].



Рис. 5. Культура Лянчжу. Нефритовые регалии Цун

Известный китайский археолог Моу Юнкан считает, что набор ритуальных нефритовых предметов и основанный на их использовании религиозный культ является первым шагом в создании церемониальной системы Китая. Зарождение этого ритуального культа отражает важную роль культуры Лянчжу в общей нефритовой культуре китайского общества [8].

Количество нефритовых изделий в культуре Лянчжу около 20 000, что намного больше, чем в другие древние периоды. Это свидетельствует о высоком статусе нефрита в обществе в то время и влиянии уровня технологии его обработки на распространенность изделий. Раскопки показали, что типы, формы и образцы изделий из нефрита, обнаруженные в захоронениях людей разного социального статуса, не одинаковы. Нефритовые изделия, найденные в одной и той же могиле, более единообразны с точки зрения материалов, форм, узоров и обработки. Это свидетельствует о значительном социальном расслоении общества в нефритовый период культуры Лянчжу, что выражается и в использовании нефрита. В общем, богатство и

своеобразие нефритовых артефактов культуры Лянчжу говорит о значительном влиянии этого периода истории на становление и развитие всей китайской цивилизации.

Эпоха «Святого нефрита» – жемчужина, основа китайской нефритовой культуры. В течение этого периода нефрит от красивого камня, который полировали простым нефритовым долотом, нефритового топора, брелоков усовершенствовался до кольцеобразных регалий, регалий Цун и секир разнообразных форм, украшенных сложными узорами, красивой огранкой, с помощью которых приносили жертвы Небу и Земле.

«Святому» нефриту с выгравированным глубоким узором древними жителями Китая придавалось таинственное религиозное значение. Нефрит символизировал их веру в бога и создавал необходимый антураж для общения с Небом. Магический доисторический нефрит стал важной частью китайской цивилизации и заложил основу для ее развития. Он рассказывает миру историю доисторического периода без письменных записей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лаптев С. В. Литература о происхождении нефритовых украшений культуры Синлунва во внутренней Монголии и Южного Китая // Российская археология. – 2009. – № 4. – С. 168–171.
2. 周佩玲、杨辉. 中华宝玉石文化概论. М., 中国地质大学出版社有限责任公司. Пэйлин Чжоу, Хуэй Ян. Введение в ювелирную нефритовую культуру Китая. – Пекин : Геонаука : Изд-во Кит. ун-та, 2014. – С. 156.
3. 杨虎,刘国祥.内蒙古敖汉旗兴隆洼聚落遗址1992年发掘简报. J., 考古. 1997. – № 1. Ян Ху, Лю Гуосян. Бюллетень раскопок стоянки поселения Синлунвы сомона Аохань Внутренней Монголии в 1992 г. // Археология. – 1997. – № 1. – С. 56–64.
4. 郭大顺. 红山文化的“唯玉为葬”与辽河文明起源特征再认识. J., 文物. 1997. – № 8. – С. 20–26. Гуо Дашунь Гуо. Без нефрита нет захоронения. Культуры Хуншань и переосмысление характеристик происхождения цивилизации Ляохэ // Памятники культуры. – 1997. – № 8. – С. 20–26.
5. Лаптев С. В. Становление и развитие эпохи ранних земледельческих культур в Юго-Восточном Китае (обзор исследований 1970–1990 годов) // Российская археология. – 2009. – № 2. – С. 164–169.
6. Wenren J. Ancient Chinese Encyclopedia of Technology: Translation and Annotation of Kaogong ji, Artificer's Record. – Routledge, 2014.
7. 刘斌. 良渚文化玉琮初探. J. – 1990. – № 2. – С. 30–37. Лю Бинь. Предварительное исследование нефритовых реалий Цун культуры Лянчжу // Памятники культуры. – 1990. – № 2. – С. 30–37.

8. 吴汝祚, 牟永抗. 玉器时代说. J., 中华文化论坛. 1994. – № 3. У Жуцзуо, Моу Юнкан. Учение об эпохе нефритовых изделий // Форум культур Китая. – 1994. – № 3. – С. 31–37.

REFERENS

1. Laptev S. V. Literatura o proiskhozhdenii nefritovyh ukrashenij kul'tury Sinlunva vo vnutrennej Mongolii i YUzhnogo Kitaya // Rossijskaya arheologiya. – 2009. – № 4. – S. 168–171.
2. 周佩玲, 杨辉. 中华宝玉石文化概论. М., 中国地质大学出版社有限责任公司. Pejlin Chzhou, Huej Yan. Vvedenie v yuvelirnuyu nefritovuyu kul'turu Kitaya. – Pekin : Geonauka : Izd-vo Kit. un-ta, 2014. – S. 156.
3. 杨虎, 刘国祥. 内蒙古敖汉旗兴隆洼聚落遗址1992年发掘简报. J., 考古. 1997. – № 1. Yan Hu, Lyu Guo-syan. Byulleten' raskopok stoyanki poseleniya Sinlunvy somona Aohan' Vnutrennej Mongolii v 1992 g. // Arheologiya. – 1997. – № 1. – S. 56–64.
4. 郭大顺. 红山文化的“唯玉为葬”与辽河文明起源特征再认识. J., 文物. 1997. – № 8. – S. 20–26. Guo Da-shun' Guo. Bez nefrita net zahoroneniya. Kul'tury Hunshan' i pereosmyslenie harakteristik proiskhozhdeniya civilizacii Lyaohe // Pamyatniki kul'tury. – 1997. – № 8. – S. 20–26.
5. Laptev S. V. Stanovlenie i razvitie epohi rannih zemledel'cheskih kul'tur v YUgo-Vostochnom Kitae (obzor issledovanij 1970–1990 godov) // Rossijskaya arheologiya. – 2009. – № 2. – S. 164–169.
6. Wenren J. Ancient Chinese Encyclopedia of Technology: Translation and Annotation of Kaogong ji, Artificer's Record. – Routledge, 2014.
7. 刘斌. 良渚文化玉琮初探. J. – 1990. – № 2. – С. 30–37. Lyu Bin'. Predvaritel'noe issledovanie nefritovyh realij Cun kul'tury Lyanchzhu // Pamyatniki kul'tury. – 1990. – № 2. – С. 30–37.
8. 吴汝祚, 牟永抗. 玉器时代说. J., 中华文化论坛. 1994. – № 3. У Zhuczuo, Моу Yunkan. Учение об эпохе нефритовых изделий // Форум культур Китая. – 1994. – № 3. – С. 31–37.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

DOI 10.34216/2587-6147-2019-3-45-40-43

05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление

УДК 004.031.42

Шатрова Ольга Антоновна

магистрант

Смирнова Светлана Геннадьевна

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

shatrovaOA@yandex.ru, sw_smirnova@mail.ru

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Настоящая работа посвящена вопросам формирования концепции информационной среды виртуального музея вычислительной техники. В работе определены этапы создания виртуального музея, в частности рассмотрен перечень задач, которые необходимо выполнить для реализации данных этапов. На основе построенной для последовательно идущих уровней детализации функциональной схемы музея определены основные сведения о системе, включающие наиболее значимые информационные потоки. В работе приведены результаты применения метода анализа иерархий. Представлено дерево целей, демонстрирующее основные направления деятельности по созданию и запуску музея, а также приведен результат процесса получения и заполнения матриц парных сравнений альтернативных вариантов. Определен приоритет решения задач при разработке системы виртуального музея вычислительной техники.

Ключевые слова: виртуальная реальность, системный анализ, система, метод анализа иерархий, дерево целей, методология IDEF-0, моделирование информационной системы.

В настоящее время имеет место тенденция к переходу от физического к виртуальному, или электронному способу представления информации. Основной причиной данного изменения является повсеместное распространение, внедрение в современную жизнь человека и развитие информационных технологий. История данной трансформации, изобилующая значимыми фактами и изобретениями, очень обширна и велика, ее демонстрация в формате виртуального музея вычислительной техники позволит сохранить необходимые знания и передавать их будущим поколениям. Такой технологический переход, которому сопутствует достаточно большой объем информации, предполагает оперирование большим количеством разнообразных фактов, которые необходимо свести в единую систему.

На начальных этапах разработки концепции музея можно выделить ряд задач:

- определение условий создания музея вычислительной техники;
- создание базовой экспозиции;

– разработка подходов к развитию информационной среды музея вычислительной техники.

В рамках данной работы реализована задача определения условий создания музея вычислительной техники, которая состоит из подзадач:

1) описание функциональных блоков системы виртуального музея вычислительной техники с точки зрения задач, стоящих перед информационной системой;

2) декомпозиция исходной проблемы по разработке концепции информационной среды виртуального музея вычислительной техники.

Описание функциональных блоков моделируемой системы было выполнено с применением методологии функционального моделирования IDEF-0. Целью применения методологии является получение описания всех необходимых процессов системы виртуального музея с точностью, достаточной для однозначного моделирования деятельности системы [1].

Функциональная схема первого уровня (рис. 1) демонстрирует следующие сведения о системе:

© Шатрова О. А., Смирнова С. Г., 2019

- для системы в целом входными потоками являются материальное и техническое обеспечение, помещения и стройматериалы. Под воздействием управляющих потоков и необходимых механизмов выходные потоки включают рекламную продукцию, мероприятия, программы дополнительного обучения, обучающие материалы, экспозицию и экскурсии;
- диаграмма первого уровня имеет функциональные блоки, включающие привлечение абитуриентов, повышение качества обучения и успеваемости, а также повышение грамотности населения. Наибольший интерес представляет последний блок, имеющий выходными потоками экскурсии и экспозицию, для реализации которых необходимы анализ и реализация технологии распознавания объектов.

В дальнейшем необходимо провести детализацию функциональных блоков первого уровня для проработки модели.

Задача декомпозиции исходной проблемы по разработке концепции информационной среды виртуального музея вычислительной техники на составные части была выполнена с помощью метода анализа иерархий.

Метод анализа иерархий заключается в декомпозиции исходной проблемы на более простые составные части и обработке суждений эксперта [2]. Декомпозиции, производимые разными людьми, могут иметь некоторые отличия, но непосредственный опыт общения с реальностью позволяет получить достаточно близкие друг к другу результаты [3].

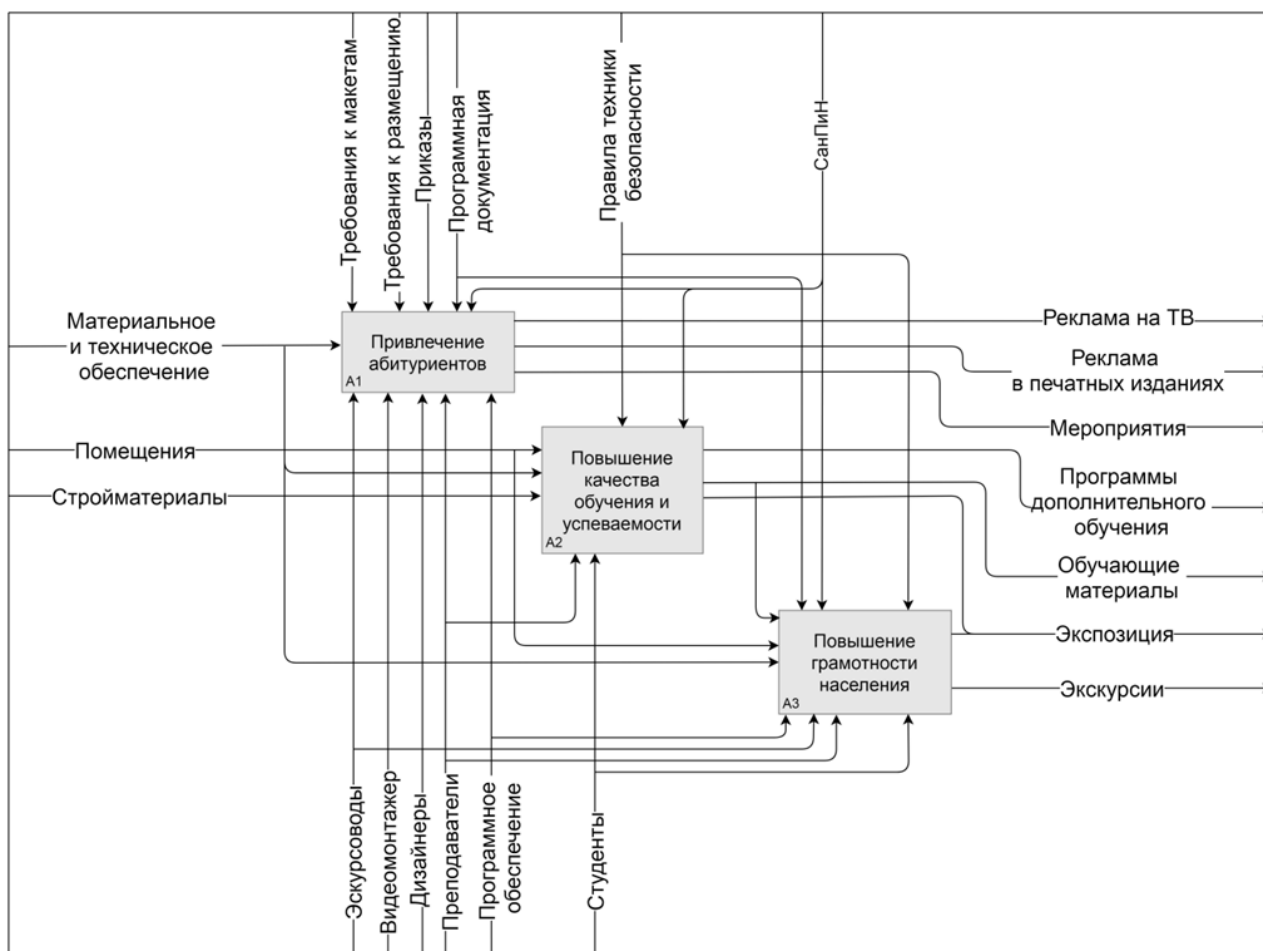


Рис. 1. Диаграмма функциональной модели задач, решаемых посредством виртуального музея вычислительной техники

Процесс декомпозиции включает построение дерева целей, где вершиной дерева является основная цель, промежуточные цели расположены на нижних уровнях. Полученное дерево целей представлено на рис. 2.

В результате анализа определено, что исходная проблема по разработке концепции ин-

формационной среды виртуального музея имеет четыре основные задачи:

- 1) *формирование инфраструктуры музея* – подразумевает создание системы управления, подбор помещений и соответствующего обеспечения, а также организацию расположения экспонатов музея;

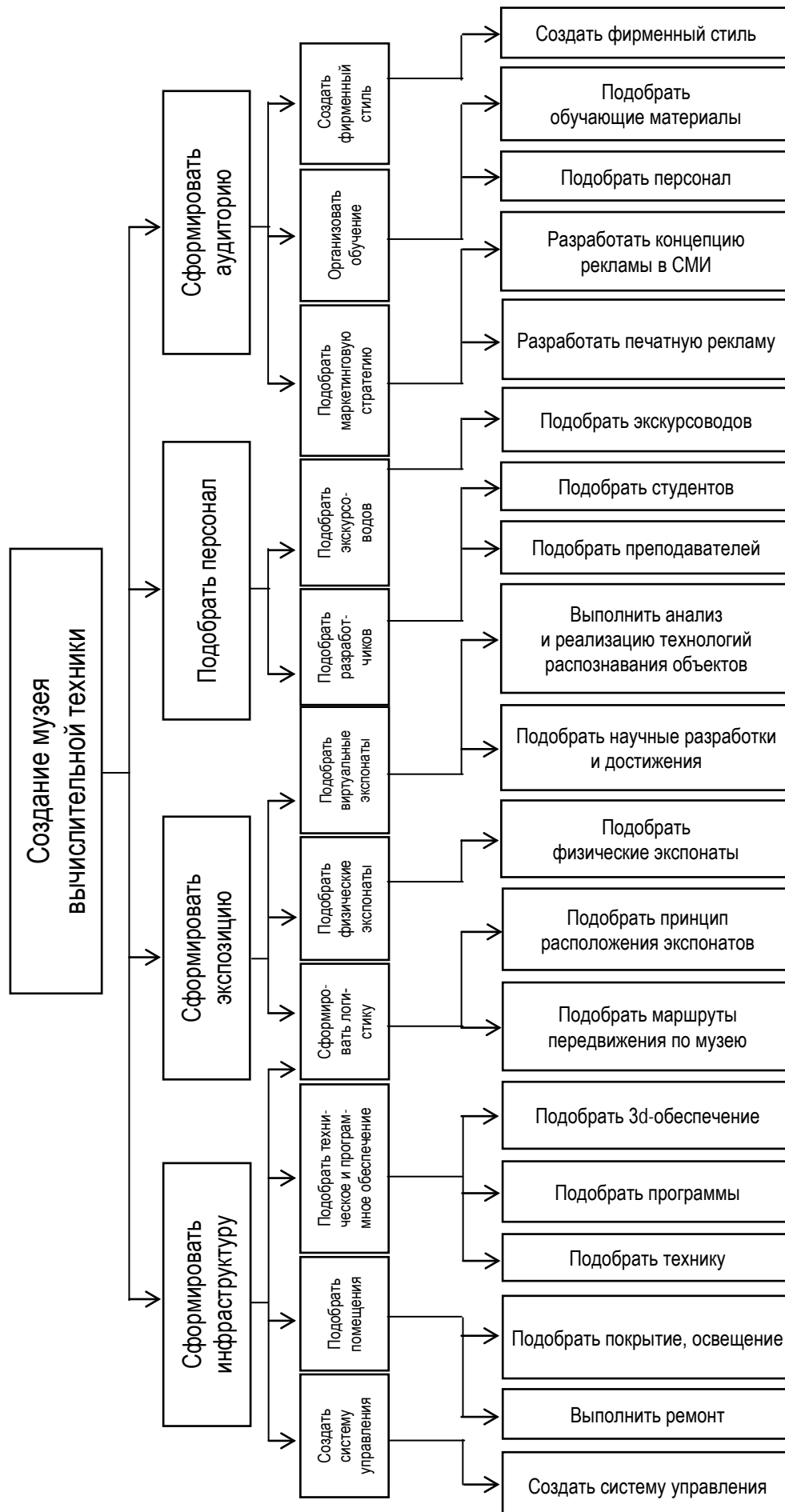


Рис. 2. Разработка концепции информационной среды виртуального музея вычислительной техники

- 2) *формирование экспозиции* – включает подбор экспонатов различных типов и принцип их расположения;
- 3) *подбор персонала* – предполагает наличие экскурсоводов и разработчиков в штате музея;
- 4) *формирование аудитории музея* – предполагается путем подбора маркетинговой стратегии, организации обучения и создания фирменного стиля.

Каждая из перечисленных задач представлена детально в виде подпроцессов, ее реализующих. Следующие уровни детализации отражают перечень задач по созданию многофункциональной среды виртуального музея вычислительной техники (см. рис. 2).

Для ранжирования задач был применена методика МАИ. В рамках ее применения были получены оценки компонентов каждого процесса, на основе которых можно сделать выводы о приоритете каждой задачи. Перечень задач, расположенных в порядке убывания приоритета по реализации, представлен в таблице.

В результате проведенного анализа был определен перечень наиболее важных работ, без осуществления которых функционирование музея не будет возможным, и реализации которых необходимо уделить внимание в первую очередь.

Таким образом, в работе определены этапы создания виртуального музея, в частности рассмотрен перечень задач, которые необходимо выполнить для реализации данных этапов. Определены основные сведения о системе, включающие наиболее значимые информационные потоки. Определен приоритет решения задач при разработке системы виртуального музея вычислительной техники. В связи с этим при про-

ектировании информационной системы виртуального музея вычислительной техники в первую очередь следует сделать акцент на подборе научных разработок, анализе и реализации технологий распознавания объектов, создании системы управления.

Таблица
Результаты анализа декомпозиции альтернатив
методом анализа иерархий

Приоритет задачи	Задача
0,1987	Подобрать научные разработки и достижения
0,1247	Создать систему управления
0,0994	Выполнить анализ и реализацию технологий распознавания объектов
0,0705	Подобрать программы
0,0604	Подобрать технику
0,0549	Подобрать обучающие материалы
0,0547	Подобрать преподавателей
0,0547	Подобрать студентов
0,0547	Подобрать экскурсоводов
0,0547	Подобрать физические экспонаты
0,0456	Подобрать маршруты передвижения по музею
0,0456	Подобрать принцип расположения экспонатов
0,0231	Подобрать покрытие, освещение
0,0146	Подобрать 3d-обеспечение
0,0139	Создать фирменный стиль
0,0115	Выполнить ремонт
0,0110	Подобрать персонал
0,0053	Разработать концепцию рекламы в СМИ
0,0018	Разработать печатную рекламу

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбаченко В. И., Убиенных Г. Ф., Бобрышева Г. В. Создание функциональной модели информационной системы с помощью CASE-средства CAERwinProcessModeler 7.3. – Пенза : ПГУ, 2010. – 66 с.
2. Мальцева М. В. Использование метода анализа иерархий в задачах выбора приоритетов // Вестник ИрГТУ. – 2008. – № 2(34). – С. 141–144.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.

REFERENCES

1. Gorbachenko V. I., Ubiennyh G. F., Bobrysheva G. V. Sozdanie funkcional'noj modeli informacionnoj sistemy s pomoshch'yu CASE-sredstva CAERwinProcessModeler 7.3. – Penza : PGU, 2010. – 66 s.
2. Mal'ceva M. V. Ispol'zovanie metoda analiza ierarhij v zadachah vybora prioritetov // Vestnik IrGTU. – 2008. – № 2(34). – S. 141–144.
3. Saati T. Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij / per. s angl. R. G. Vachnadze. – M. : Radio i svyaz', 1993. – 278 s.

DOI 10.34216/2587-6147-2019-3-45-44-51

05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление

УДК 004.031.42

Исаева Мария Владимировна

кандидат технических наук, доцент

Саматов Даниил Анатольевич

магистрант

Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

mary_is@rambler.ru, samdan12@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОЛОКАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Настоящая работа посвящена исследованию и анализу применимости технологий геолокации для разработки приложения виртуального музея вычислительной техники. Было необходимо произвести выбор оптимальной технологии для использования в мобильном приложении музея. В ходе исследования предметной области определены требования к приложению, на основе которых сформированы критерии отбора технологии геолокации. Далее произведен обзор существующих технологий геолокации и определена технология, наиболее соответствующая критериям. В данной статье выполнено описание предметной области, произведен обзор существующих приложений, использующих геолокацию, сформированы критерии выбора подходящей для решения задачи технологии геолокации, изучены особенности существующих технологий геолокации, произведено их сравнение по сформированным критериям для выбора наиболее подходящей технологии. В технологической части рассмотрены особенности технологии позиционирования на основе BLE-маячков, а также выполнено описание демонстрационного мобильного приложения, запрашивающего данные об экспонате на основе местоположения пользователя.

Ключевые слова: технологии геолокации, обзор технологий, методы расчета местоположения, данные на основе местоположения, Bluetooth, BLE Beacon, RSSI, Android, мобильное приложение.

В эпоху автоматизации способность к точной навигации для людей и устройств приобретает все большее значение, а количество приложений, связанных с этой задачей, стремительно растет. С появлением глобальных систем спутникового позиционирования производительность и точность наружного позиционирования стала превосходной, но многие приложения для массового рынка требуют возможности плавного позиционирования в любых условиях [1].

Приложения, разработанные с использованием различных технологий геолокации, для обозначения которых используется термин LBS (Location-based service, сервис на основе местоположения), постепенно становятся все более актуальными и востребованными. Рынок сервисов определения местоположения в 2018 году оценивался в 20,53 млрд долл. и, как ожидается, достигнет уровня в 133,08 млрд долл. к 2023 году, со среднегодовым темпом роста в 36,55 % в течение прогнозируемого периода [2].

Существует множество способов использования LBS в пользовательских приложениях. Благодаря повсеместному внедрению мобильных устройств с выходом в Интернет становит-

ся все более распространенной практика показа рекламы на основе местоположения – геотаргетинг. Такая система позволяет мобильному маркетингу достичь наибольшей эффективности, а также помогает вызвать быстрый отклик потребителей. Таким образом, данные о местоположении постепенно становятся критическим элементом для цифрового маркетинга брендов и предприятий [3]. Особое место занимают приложения, созданные для помощи пользователям, путешествующим на автотранспорте, такие как автомобильные навигаторы, интерактивные карты города, дорожные помощники, позволяющие отслеживать дорожный трафик, места аварий, ремонтных работ и тому подобные ситуации. Подобная информация позволяет составить наиболее быстрый маршрут и избежать задержек в пути.

Также технологии геолокации используются различными организациями для упрощения либо усовершенствования различных взаимодействий, в частности для увеличения интерактивности. Например, существуют экскурсионные приложения и путеводители, которые с учетом местоположения пользователя инициируют получение и предоставление различной информации в специальном виде. Можно создать автома-

тизированный гид по музею, запускающий соответствующие материалы при перемещении устройства в определенную зону, либо путеводитель, не требующий запросов от пользователя, который указывает расположение ближайших достопримечательностей и выводящий краткую информацию о них. Таким образом, при удачном выборе используемой технологии геолокации пользователю не придется отвлекаться на взаимодействие с приложением и он сможет уделять больше внимания просмотру экспозиции.

Поэтому основная цель нашей работы – обосновать выбор технологии геолокации для реализации мобильного приложения виртуального музея вычислительной техники.

Чтобы определить требования к разрабатываемому приложению виртуального музея вычислительной техники, необходимо ознакомиться с уже существующими на рынке приложениями, использующими технологии геолокации. На основе анализа нескольких приложений сформулированы следующие требования к функционалу разрабатываемого приложения: возможность получения информации о ближайшем экспонате без запроса от пользователя; возможность просмотра информации обо всех экспонатах, даже находясь вне музея; избежание конфликтов автоматизированного и пользовательского просмотра экспозиции.

Кроме требований к функционалу, для нашего виртуального музея существует несколько важных требований, не относящихся к этой категории. Во-первых, необходимо предусмотреть возможность смены дислокации экспозиции, поскольку мы не хотим терять это преимущество, которое нам обеспечивает то, что музей является виртуальным. Поэтому стоит выбирать не зависящую от конкретного помещения технологию геолокации, а также не стоит останавливать выбор на технологиях, требующих громоздкой инфраструктуры, так как ее перемещение тоже снизит мобильность музея. И, разумеется, желательно предусмотреть возможные расходы на создание и поддержку приложения и постараться минимизировать их.

На основе анализа существующих приложений и поставленных задач были сформированы следующие критерии выбора используемой технологии геолокации:

- специализация на определении местоположения внутри помещений;
- отсутствие необходимости в дорогой или громоздкой инфраструктуре;
- отсутствие зависимости от конкретного помещения и расположения экспонатов;

- возможность неограниченного увеличения количества экспонатов;
- возможность корректной работы в помещениях больших размеров;
- низкая совокупная стоимость разработки и поддержки.

Первая группа технологий, которые были рассмотрены, – это технологии, не требующие наличия инфраструктуры. Они основаны на способах определения местоположения внутри помещения, которые не используют радиотехнологии. Из этой группы было рассмотрено две технологии.

1. Инерционные измерения – определение местоположения производится путем подсчета шагов с помощью специальных датчиков, при наличии начальной координаты, также в некоторых технологиях используются датчики, находящиеся на ноге [4]. Схема работы представлена на рис. 1. Технология не соответствует сформулированным требованиям, поскольку для ее использования необходима постоянная начальная координата и постоянные маршруты.

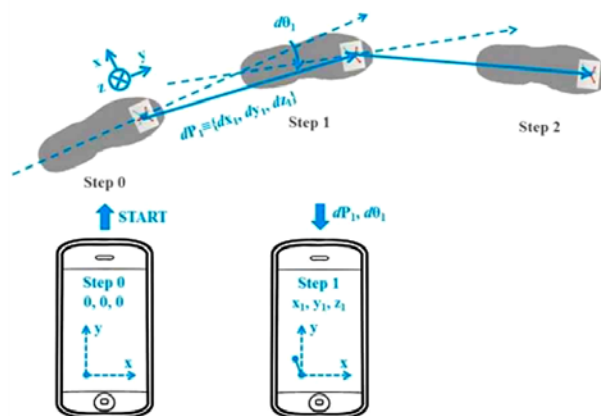


Рис. 1. Использование метода счисления перемещений пешеходов (pedestrian dead reckoning)¹

2. Магнитное позиционирование – местоположение определяется с помощью магнитных датчиков на основе магнитных искажений внутри зданий, созданных внутренними стальными конструкциями. На рис. 2 представлено схематичное представление этих искажений. Неоптимизированные микросхемы компаса внутри смартфонов могут определять и регистрировать эти магнитные вариации для составления карты местоположений внутри помещений [5]. В данном случае мы также будем привязаны к помещению, поэтому технология также не соответствует сформулированным требованиям.

¹ URL: <https://www.slideshare.net/gt-silicon/pedestrian-dead-reckoning-simplified> (дата обращения: 28.05.2019).

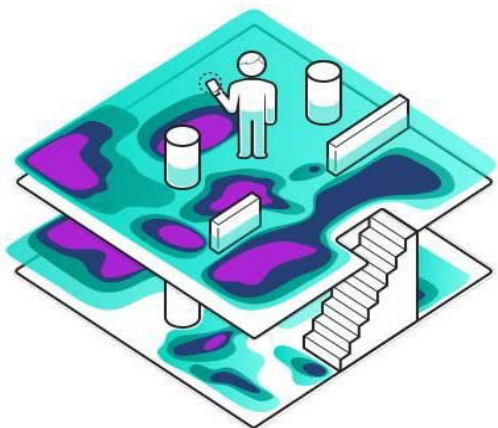


Рис. 2. Магнитные возмущения внутри здания, на которые ориентируется метод магнитного позиционирования¹

Вторая группа рассмотренных технологий основывается на использовании инфраструктуры технологий беспроводной связи. Были рассмотрены 3 самых распространенных технологии.

1. LTE Location Service – технология, определяющая местоположение относительно

базовых станций сотовой связи LTE. Схема работы представлена на рис. 3. Клиент LCS отправляет запрос на получение данных местоположения серверу LCS, сервер LCS обрабатывает запрос и передает результаты клиенту LCS, который оценивает и корректирует их, ориентируясь на скорость получения [6]. Работает только при хорошем сигнале сотовой связи, значит использование в помещениях, где нет сигнала от вышек (например, подвальные помещения), невозможно.

2. WPS (Wi-Fi Positioning System) – технология, определяющая местоположение устройства, основываясь на расположении точек доступа Wi-Fi. Схема работы представлена на рис. 4. Применяется в условиях плотной городской застройки, получила распространение в связи с бурным ростом использования технологии Wi-Fi в городских районах. Включает в себя систему внутреннего позиционирования, что позволяет использовать ее внутри закрытых помещений [7].

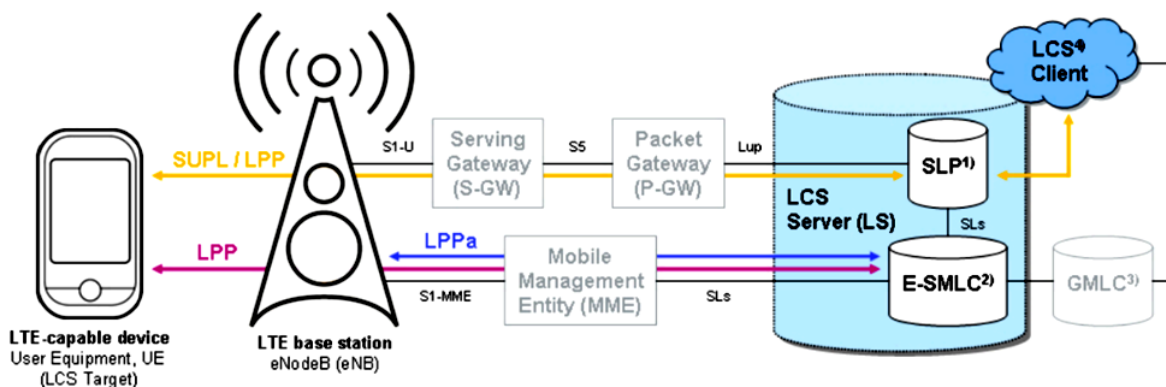


Рис. 3. Работа службы определения местоположения в LTE²

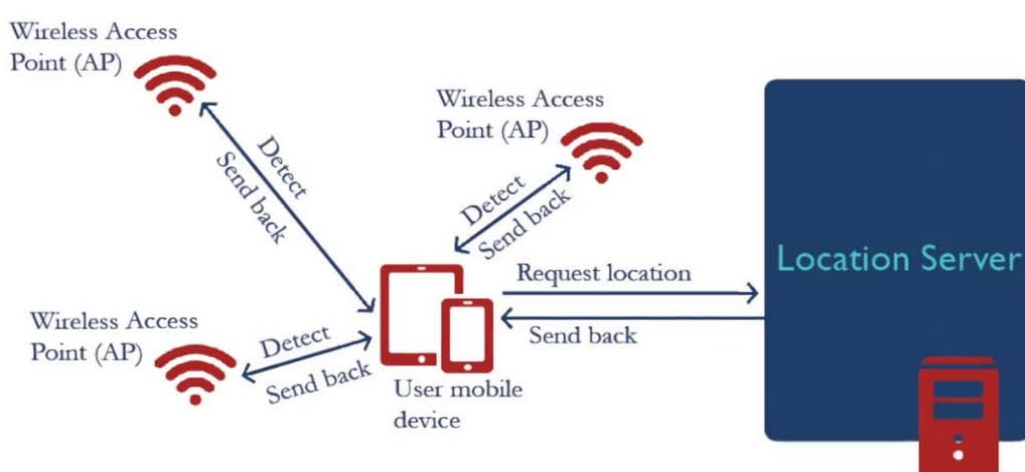


Рис. 4. Схема работы технологии WPS³

¹ URL: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1329115 (дата обращения: 28.05.2019).

² URL: <http://trends-in-telecoms.blogspot.com/2015/03/location-based-services-in-lte.html> (дата обращения: 28.05.2019).

³ URL: <https://cctwps.weebly.com/design.html> (дата обращения: 28.05.2019).

3. BLE Beacon – технология, использующая позиционные маячки, работающие на технологии BLE (Bluetooth Low Energy), которые обладают возможностью транслировать небольшие сообщения, принимаемые другими устройствами Bluetooth. Схема работы технологии представлена на рис. 5. Позиционирование осуществляется на основе принятого сигнала и сообщения. Маячки BLE специально разработаны для использования в приложениях, функ-

ционал которых завязан на геолокации (например, позиционирование внутри помещений), а также в маркетинговых приложениях, использующих данные о местоположении в маркетинговых целях [8].

После проведенного анализа было получено, что для решения поставленных задач подходят две технологии: WPS и BLE Beacon. Результаты их сравнения представлены в таблице.

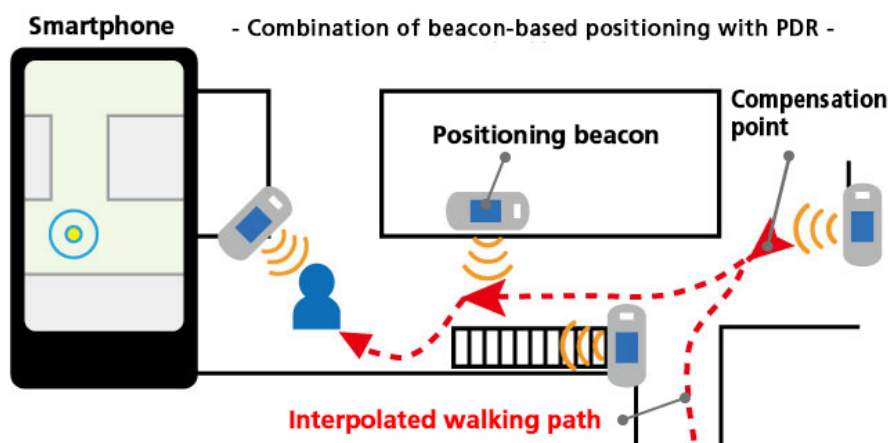


Рис. 5. Позиционирования с использованием BLE-маячков¹

Таблица

Оценка коэффициентов значимости факторов

Параметр	Bluetooth (BLE)	Wi-Fi (WPS)
Рабочая частота	2,4 ГГц	2,4; 3,6; 5 ГГц
Пропускная способность	800 Kbps	11 Mbps
Битрейт	2,1 Mbps	600 Mbps
Задержка	200 мс	150 мс
Целевые устройства	Мобильные телефоны, планшеты, периферийные устройства	Ноутбуки, персональные компьютеры, современные мобильные устройства
Потребляемая мощность	В среднем 1 Вт, для BLE: 0,01...0,5 Вт (зависит от режима использования)	В среднем 6 Вт, варьируется от 2 до 20 Вт
Требования к оборудованию	Bluetooth-адаптеры на всех устройствах в сети	Wi-Fi-адаптеры на всех устройствах сети, беспроводной маршрутизатор и/или точки беспроводного доступа
Радиус действия	5...30 м	802.11b/g: 32 м в помещении и 95 м вне помещения, 802.11n имеет большую дальность. Высокая частота и дополнительные антенны могут увеличить дальность действия
Простота использования	Прост в использовании. Можно легко находить и подключаться к любому устройству	Более сложная технология, необходимо настраивать аппаратное и программное обеспечение
Стоимость использования	Оплата только за маячки (средняя цена 10 долл. за один маячок), периодически нужна замена элементов питания	Оплата за роутер (средняя цена за мощные модели 100 долл.), точки доступа, услуги установки оборудования, услуги по обслуживанию подключения к Интернету

¹ URL: https://www.ricoh.com/technology/institute/research/tech_indoor_positioning.html (дата обращения: 28.05.2019).

Стоит уточнить, что преимущества Wi-Fi в отношении скорости передачи данных и дальности сигнала не являются существенными, так как количество и объем передаваемых данных малы, а использоваться приложение будет в помещении, где радиус 30 м является достаточным. И, наоборот, низкое потребление электроэнергии, малые требования к оборудованию, простота и небольшая стоимость использования – все это повлияло на выбор BLE и этой технологии.

Чтобы определить местоположение устройства, необходимо обработать полученные с датчиков данные. От выбранного метода расчета местоположения во многом зависит точность вычисления расстояния до объекта, а также его положения в пространстве. В нашей работе рассматривались следующие методы:

1. Угол приема сигнала (Angle of Arrival, AoA) – метод, использующий оценку угла, из которого исходит радиосигнал.

2. Время прибытия (Time of Arrival, ToA) – метод определения расстояния между приемником и передатчиком сигнала путем измерения промежутка времени от отправки до приема радиосигнала. Необходима синхронизация часов передатчика и приемника.

3. Разница во времени прибытия (Time Difference of Arrival, TDoA) – метод, основанный на измерении разницы во времени между прибытием сигналов от него на приемники-якоря одной и той же радиоволны от передатчика. Необходима синхронизация часов всех якорей.

Все эти методы требуют наличия трех и более источников или приемников сигнала для работы, что не желательно.

4. Показатель уровня принятого сигнала (Received Signal Strength Indication, RSSI) – метод, основанный на измерении интенсивности распространяемой радиоволны в момент ее приема. Это единственный способ измерить расстояние от устройства до единственного передатчика (маячка) [9]. И хотя это не позволит определить координаты устройства, зато мы сможем определить ближайший маячок и расстояние до него, чего будет достаточно для решения нашей задачи.

Для демонстрации работоспособности выбранной технологии и метода расчета было разработано демонстрационное мобильное приложение под ОС Android. Для работы с маячками использована библиотека AltBeacon компании Radius Networks, специализирующейся на работе с BLE Beacons. Разработчики библиотеки заявляют точность измерений в 0,5...1 м на рас-

стоянии в 1 м до маячка, а также предупреждают, что для увеличения точности определения расстояния используется усреднение полученных данных за последние 20 с, а также отбрасываются все экстремально высокие и низкие значения [10]. Эти неточности могут повлечь за собой потерю сигнала от маячка на несколько секунд, поэтому в демонстрационном приложении предусмотрена задержка в 5 с, в течение которой «потерянный» маячок не удаляется из данных, а считается находящимся на том же расстоянии, что и в последнюю итерацию сканирования.

Была проведена серия опытов, в ходе которой проверялись помехи, вызываемые работой других устройств, вещающих на той же частоте, что и Bluetooth, в частности, использовалась точка доступа Wi-Fi, сигнал от которой гораздо мощнее, чем от маячков. С помощью приложения Beacon Scanner от компании Contexagon, которое также работает с маячками через библиотеку AltBeacon, был получен график рассчитанного расстояния до маячков, находящихся на определенном отдалении (рис. 6).

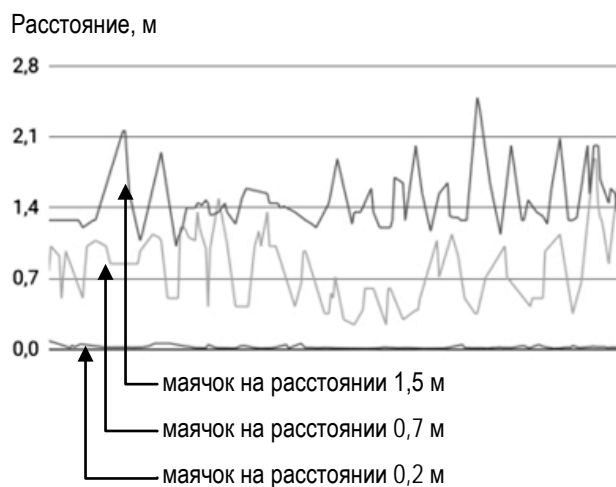


Рис. 6. График зависимости расстояния до маячков от времени, с

Полученный график подтверждает данные разработчика. Таким образом, экспонаты будут считаться ближайшими при приближении к ним на расстояние в 1 м. Так, если в радиусе 1 м будет получен сигнал от нескольких маячков, приложение будет считать ближайшим тот маячок, сигнал от которого будет сильнее. Во избежание коллизий рекомендуется размещать маячки на расстоянии не менее 2...3 м друг от друга.

На рис. 7 представлена диаграмма активностей разработанного демонстрационного при-

ложения. Сканирование маячков производится параллельно работе приложения. Это сканирование производится постоянно и обеспечивает поиск ближайшего экспоната без необходимости вмешательства пользователя.

На основе выбранной технологии геолокации, метода расчета расстояния и особенностей их использования было принято решение присвоить каждому маячку свой экспонат. Так, при запуске приложения будет открыта активность со списком экспонатов. При приближении к маячку на рабочую дистанцию приложение уведомит пользователя о том, что он находится

рядом с экспонатом с помощью анимированной синей кнопки со значком лупы. По нажатию на нее либо на любой из экспонатов из списка будет открыта активность отображения информации об экспонате. Таким образом, пользователь сможет просматривать экспозицию так, как ему удобно, и даже при отсутствии технологии Bluetooth на устройстве. Кроме того, в приложение в целях демонстрации работы технологии BLE Beacon добавлена активность со списком видимых сканером маячков. Все активности демонстрационного приложения изображены на рис. 8.

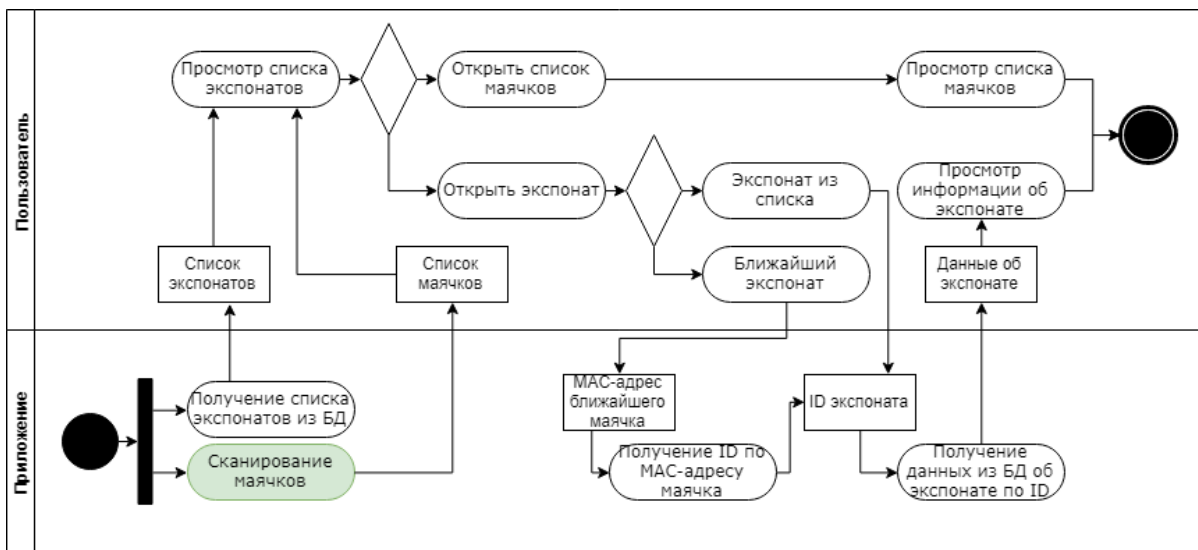


Рис. 7. Диаграмма активностей демонстрационного приложения

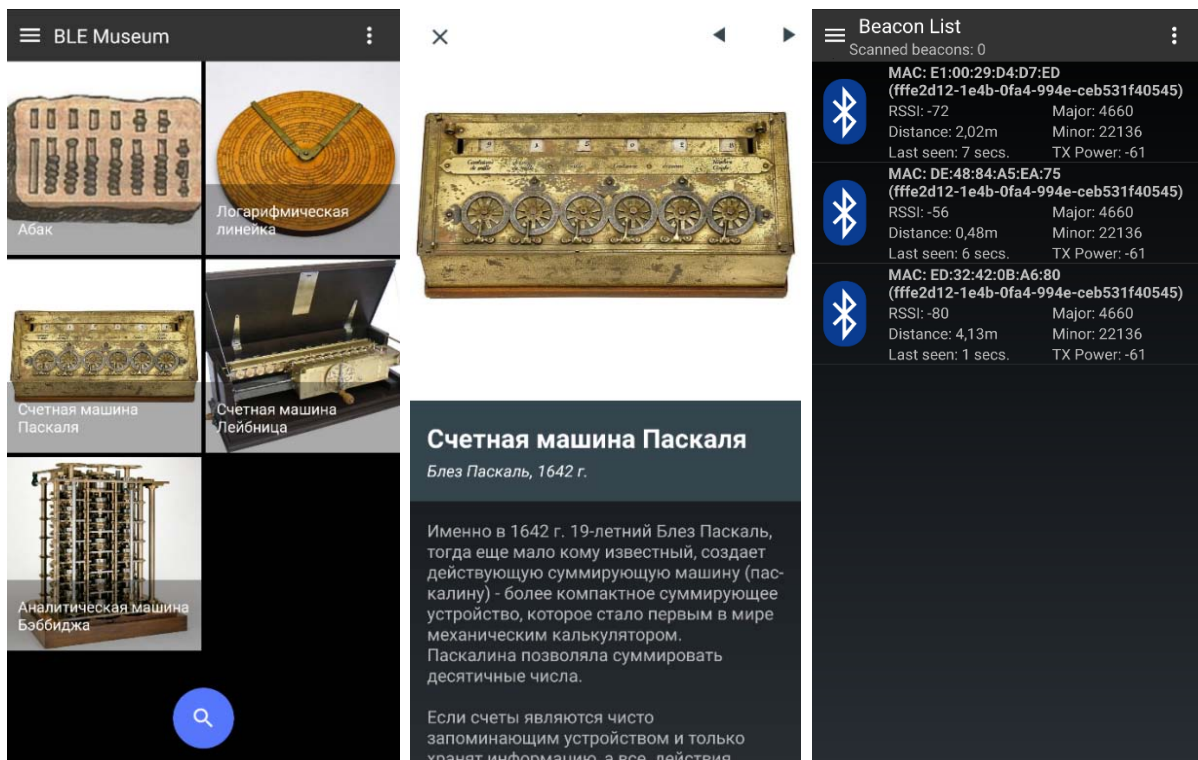


Рис. 8. Активности демонстрационного приложения

Таким образом, выбранная в результате анализа технология геолокации работоспособна и применима для решения поставленной задачи. Разработанное демонстрационное приложение

может стать основой для полноценного приложения виртуального музея вычислительной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mautz R. Indoor Positioning Technologies // Ethzurich Research Collection. – 2012. – URL: <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/54888/eth-5659-01.pdf> (дата обращения: 22.05.2019).
2. Global Location-based Services Market (2018–2023) // Business Wire – A Berkshire Hathaway Company. – 2018. – URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20180927005490/en/Global-Location-based-Services-Market-2018-2023-Projected-Grow> (дата обращения: 22.05.2019).
3. Геолокационные сервисы как маркетинговый инструмент // Cossa-маркетинг в социальных медиа, digital-маркетинг, интегрированные маркетинговые коммуникации. – 2012. – URL: <https://www.cossa.ru/155/18042> (дата обращения: 22.05.2019).
4. Pedestrian tracking with shoe-mounted inertial sensors // IEEE Xplore Digital Library. – 2005. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1528431> (дата обращения: 28.05.2019).
5. Geospatial World August 2014 // Geospatial World. – 2014. – URL: <https://www.geospatialworld.net/wp-content/uploads/magazine/Geospatial-World-August-2014.pdf> (дата обращения: 28.05.2019).
6. Overview of Positioning Techniques for LTE Technology / M. F. M. Mahyuddin, A. A. M. Isa, M. S. I. M. Zin, Afifah Maheran A. H., Z. Manap, M. K. Ismail // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering. – 2017. – Vol. 9, N 2-13. – P. 43–50.
7. Basic of Wi-Fi based positioning system // ResearchGate. – 2012. – URL: https://www.researchgate.net/publication/232729025_Basic_of_Wi-Fi_based_positioning_system (дата обращения: 28.05.2019).
8. Bluetooth Beacons : офиц. сайт. – URL: <http://www.bluetoothbeacons.com> (дата обращения: 28.05.2019).
9. A Novel Approach to Indoor RSSI Localization by Automatic Calibration of the Wireless Propagation Model / P. Barsocchi, S. Lenzi, S. Chessa, G. Giunta // IEEE 69th Vehicular Technology Conference, 2009. – URL: https://www.researchgate.net/publication/224504639_A_Novel_Approach_to_Indoor_RSSI_Localization_by_Automatic_Calibration_of_the_Wireless_Propagation_Model (дата обращения: 28.05.2019).
10. Distance calculatiuons // Android Beacon Library. – URL: <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/distance-calculations.html> (дата обращения: 28.05.2019).

REFERENCES

1. Mautz R. Indoor Positioning Technologies // Ethzurich Research Collection. – 2012. – URL: <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/54888/eth-5659-01.pdf> (data obrashcheniya: 22.05.2019).
2. Global Location-based Services Market (2018–2023) // Business Wire – A Berkshire Hathaway Company. – 2018. – URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20180927005490/en/Global-Location-based-Services-Market-2018-2023-Projected-Grow> (data obrashcheniya: 22.05.2019).
3. Geolokacionnye servisy kak marketingovyy instrument // Cossa-marketing v social'nyh media, digital-marketing, integrirovannyye marketingovyye kommunikacii. – 2012. – URL: <https://www.cossa.ru/155/18042> (data obrashcheniya: 22.05.2019).
4. Pedestrian tracking with shoe-mounted inertial sensors // IEEE Xplore Digital Library. – 2005. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1528431> (data obrashcheniya: 28.05.2019).
5. Geospatial World August 2014 // Geospatial World. – 2014. – URL: <https://www.geospatialworld.net/wp-content/uploads/magazine/Geospatial-World-August-2014.pdf> (data obrashcheniya: 28.05.2019).
6. Overview of Positioning Techniques for LTE Technology / M. F. M. Mahyuddin, A. A. M. Isa, M. S. I. M. Zin, Afifah Maheran A. H., Z. Manap, M. K. Ismail // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering. – 2017. – Vol. 9, N 2-13. – P. 43–50.

7. Basic of Wi-Fi based positioning system // ResearchGate. – 2012. – URL: https://www.researchgate.net/publication/232729025_Basic_of_Wi-Fi_based_positioning_system (data obrashcheniya: 28.05.2019).
8. Bluetooth Beacons : ofic. sajt. – URL: <http://www.bluetoothbeacons.com> (data obrashcheniya: 28.05.2019).
9. A Novel Approach to Indoor RSSI Localization by Automatic Calibration of the Wireless Propagation Model / P. Barsocchi, S. Lenzi, S. Chessa, G. Giunta // IEEE 69th Vehicular Technology Conference, 2009. – URL: https://www.researchgate.net/publication/224504639_A_Novel_Approach_to_Indoor_RSSI_Localization_by_Automatic_Calibration_of_the_Wireless_Propagation_Model (data obrashcheniya: 28.05.2019).
10. Distance calculatiuons // Android Beacon Library. – URL: <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/distance-calculations.html> (data obrashcheniya: 28.05.2019).

SUMMARY

TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS

Kuznetsova N. S.

Kostroma State University, Kostroma, Russia
leto044@yandex.ru

A METHOD OF PRODUCING TUBE TWISTER YARN FOR KNITTED WEAR PRODUCTION IN TWO PLYINGS

The article considers the issues of research of physico-mechanical characteristics of tube twister yarn in two plyings obtained through modernised aerodynamic twiner (the ADT), the rational parameters of formation of linen and flax tow yarn are determined, a comparative analysis of yarn unevenness by mass formed from roving of intensive chemical treatment is conducted. The rational values of technological parameters of tube twister twiner equipped with the ADT of triple tube twister, are determined based on an analysis of investigations of physico-mechanical characteristics of the tube twister. The use of the ADT of triple tube twister expands the range of tube twister yarns obtained, due to possibility of producing flax tow yarn in two plyings. The rational technological parameters of flax tow spinning are defined by experimental mode.

Keywords: aerodynamic twiner, linen, flax tow yarn, tube twister mode, linen stockinet, drawing mechanism, retting.

Golubev Ye. V., Romanov V. V.

Kostroma State University, Kostroma, Russia
evg-golub@mail.ru, wwr52@rambler.ru

COMPUTER SIMULATION OF WARP TENSION ON A WEAVING MACHINE IN THE TISSUE FORMATION PROCESS

The article presents a method of complex computer simulation of the tension of the warp threads on the loom in the process of tissue formation, based on mathematical equations. For simulation the tension of the warp in the weaving process, a mathematical model of the warp – fabric system of the loom was developed. In the course of this study, a system of differential equations was solved using numerical methods. A comparison of the experimental data and the results in the form of graphs of changes in the tension of the base and vibrations of the loom's tension rail. Tension measurement was performed using a strain gauge. The sensor was a brass U-shaped spring with resistance strain gages mounted on both sides. The data were being singulated from the output of the tension amplifier and then processed by a digital signal processor. The correspondence of the obtained experimental and theoretical results was revealed.

Keywords: weaving machine, warp tension, computer simulation, shedding, numerical method, moving warp roller, beat-up, system of differential equations.

MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

Sultanov K. S.

Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Ismoilova S. I.

Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Tulanov S. E.

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan
sultanov.karim@mail.ru, ismailova.sabida@mail.ru

COTTON YARN BREAKING MECHANISM UNDER STRETCHING

Topical issues of textile yarn breakage in technological processes are considered in the paper. Based on a comparative analysis of cotton yarns specific breaking load with cotton fibre specific breaking load obtained in experiments, it was concluded that when the yarn breaks, the cotton fibres do not. This conclusion contradicts hypothesis of Aleksey Solov'yov that some of the cotton fibres are torn when the yarn is stretched to a break. Experimental results show that when the yarn is stretched to a break, all cotton fibres slip out of the yarn. So, the main force of resistance to external tensile force is the friction force between the fibres in the yarn. These results require the study of internal forces in the yarn at the meso-structural level. Experimental and theoretical studies of the meso-mechanics of cotton yarn can lead to new technologies for producing textile yarns of higher strength.

Keywords: yarn, yarn structure, experiment, tensile diagram, breakage, cotton fibre, strength.

Sevost'yanov P. A., Tikhomirova M. L.

Kosygin Russian State University, Moscow, Russia
petrsev46@yandex.ru, mary.tikhomirova@mail.ru

FRICITION AMONG THE THREADS OF WEAVING FABRICS DURING THEIR ELONGATION

The article analyses the role of friction between the warp and weft threads in the canvas. A mathematical model of the influence of friction forces on the elongation of the main thread and the mutual displacement of the warp and weft threads in plain weave is proposed. The features of the dynamics of the propagation of deformation along the warp threads as a result of the influence of friction forces are established. It is shown that at low friction forces between the warp and weft threads, the system behaves as a two-point quasilinear oscillator, the movement of which is a beat with oscillations at the fundamental and combined frequencies. With an increase in the friction forces, the randomness of motion in the places where the filaments overlap increases and with a further increase in their vibrations, the vibrations disappear, the fabric structure behaves as a whole. The calculation of the warp thread deformation taking into account the friction forces against the weft thread showed that the friction forces significantly affect the displacements of the thread sections when it is elongated, and the effect of chaotisation of the shift of the thread sections, which is certainly transmitted back to the weft threads, arises.

Keywords: weaving fabric, warp, weft, friction, dynamics, elongation, mechanical model, warp threads.

TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

Rokotov N. V., Kolesnikov V. A.

St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design, St. Petersburg, Russia
nrkotov@mail.ru, valek.kolesnikov@mail.ru

KINEMATIC SYNTHESIS OF A COMBINED THREAD STACKER

The article is devoted to the determination of the main characteristics of the combined thread-folding mechanism used for high-speed winding of threads. Based on the previously obtained dependences of the position of the thread for obtaining a cylindrical package, equations describing the groove of the drum groove profile, the reverse sections of the screw drum and the sections between the reverse zones are obtained and solved. Calculations for specific parameters of the mechanism were performed.

Keywords: high-speed winding mechanism, combined folder folding, grooving drum, screw drum, cheese bobbin, tangle lifting angle, winding.

DESIGN

Galanin S. I., Qin Lijuan

Kostroma State University, Kostroma, Russia
sgalanin@mail.ru; qin1981@bk.ru

HISTORICAL STAGES OF CHINA JADE CULTURE. THE EPOCH OF "HOLY JADE"

The article discusses the emergence and formation of the pearl of Chinese jade culture – the "Holy Jade" or "Jade God" epoch. On the example of the archaeological jade artifacts of Xinglong, Kunshan, Lingjiatan

and Liangzhu cultures, the dynamics of the development of jade processing technologies and the growing role of religious jade objects in Chinese culture are shown. The “Holy Jade” with an engraved deep pattern of the ancient inhabitants of China was given a mysterious religious significance. Jade symbolised faith in God and created the necessary entourage to communicate with Heaven. A variety of jade artifacts were symbols of human status in ancient Chinese society, accompanied him in the afterlife. The epoch of “Holy Jade” laid the foundation for the development of all the jade culture of China, gave an impetus to the improvement of processing technologies of this mineral of delicate colour.

Keywords: jade culture of China, jade processing technology, artifacts, “Holy Jade” epoch.

INFORMATION TECHNOLOGIES

Shatrova O. A., Smirnova S. G.

Kostroma State University, Kostroma, Russia
shatrovaoa@yandex.ru, sw_smirnova@mail.ru

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF THE INFORMATION ENVIRONMENT OF THE VIRTUAL MUSEUM OF COMPUTER TECHNOLOGY

The present work is devoted to the formation of the concept of the information environment of the virtual Museum of computer technology. The present work identifies the stages of creating a virtual Museum, in particular, the list of tasks that must be performed for the implementation of these stages. On the basis of the functional scheme of the Museum built for successive levels of detail, the basic information about the system, including the most significant information flows, is determined. The work presents the results of applying the method of hierarchy analysis. A tree of goals is presented, demonstrating the main activities for the creation and launch of the Museum, as well as the result of the process of obtaining and filling in matrices of paired comparisons of alternatives. The priority of solving problems in the development of a virtual Museum of computer technology is determined.

Keywords: virtual reality, system analysis, system, hierarchy analysis method, goals tree, IDEF-0 methodology, information system modelling.

Isayeva M. V., Samatov D. A.

Kostroma State University, Kostroma, Russia
mary_is@rambler.ru, samdan12@mail.ru

USING GEOLOCATION TECHNOLOGIES WHEN CREATING A VIRTUAL MUSEUM OF COMPUTATION ENGINEERING

This paper is devoted to the research and analysis of the applicability of geolocation technologies for the development of an application of a virtual museum of computer technology. It was necessary to select the optimal technology for use in the mobile application of the museum. During the research of the subject area, the requirements for the application were determined, on the basis of which the selection criteria for geolocation technology were formed. Next we made the review of existing geolocation technologies and identified the technology that most closely met the criteria. This article describes the subject area, it contains review of existing applications using geolocation technologies, selection criteria for the geolocation technology that are suitable for solving the problem, for analysis of the features of existing geolocation technologies, their comparison against generated criteria for selection of the most appropriate technology. In the technological part, the features of positioning technology based on BLE beacons are considered, and there are also the description of demo mobile application requesting exhibit data based on location of the user.

Keywords: geolocation technologies, technology overview, location calculation methods, location-based data, Bluetooth, BLE Beacon, RSSI, Android, mobile application.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Направляемый в редакцию материал должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.

Все материалы следует представлять в редакцию по электронной почте: e-mail: tik@ksu.edu.ru (для Смирновой Светланы Геннадьевны).

1. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word (*.doc, *.docx, *.rtf). Если Вы используете нестандартный шрифт, приложите к письму копию статьи в формате PDF, а также файл с шрифтом. В качестве имени файла указывается фамилия, имя и отчество автора русскими буквами (например: Иванов Иван Иванович.doc).
2. Все статьи проходят проверку на обнаружение текстовых заимствований в системе «Антиплагиат». Редакция принимает статьи, оригинальность которых составляет не менее 80 %. При проверке используется сайт: <http://www.antiplagiat.ru>.
3. Компьютерный набор статьи должен удовлетворять следующим требованиям: формат – А4; поля – по 2,5 см со всех сторон; гарнитура (шрифт) – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,5; абзацный отступ – 1,25 см.
4. Максимальный объем текста статьи с аннотацией, ключевыми словами и библиографическим списком – не более 14 страниц машинописного текста.
5. Аннотация к статье должна быть объемом 100–120 слов. Количество ключевых слов – от 7 до 10.
6. ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть переведены на английский язык.
7. Информация о финансировании (ссылки на гранты и пр.) указывается в круглых скобках сразу после названия статьи на русском языке.
8. Список литературы оформляется по ГОСТ 7.05–2019 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления», должен быть представлен в порядке упоминания. Ссылки в тексте статьи оформляются квадратными скобками с указанием номера издания по списку литературы и страниц. Например: [1, с. 256], [2, т. 5, с. 25–26].
9. Единицы измерения приводятся в соответствии с Международной системой единиц (СИ).
10. Рисунки, схемы, диаграммы. В качестве иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Они должны быть размещены в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретный рисунок, например (рис. 2).
Схемы выполняются с использованием штриховой заливки или в оттенках серого цвета; все элементы схемы (текстовые блоки, стрелки, линии) должны быть сгруппированы. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений. Электронную версию рисунка следует сохранять в форматах jpg, tif (Grayscale – оттенки серого, разрешение – не менее 300 dpi).
11. Таблицы. Каждую таблицу следует снабжать порядковым номером и заголовком. Таблицы должны быть предоставлены в текстовом редакторе Microsoft Word, располагаться в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретную таблицу, например (табл. 2). Структура таблицы должна быть ясной и четкой, каждое значение должно находиться в отдельной строке (ячейке таблицы). Все графы в таблицах должны быть озаглавлены. Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается. В таблицах возможно использование меньшего кегля, но не менее 10.
12. Формулы выполняются только в редакторе MS Equation 3.0.
13. Десятичные дроби имеют в виде разделительного знака запятую (0,78), а при перечислении десятичных дробей каждая из них отделяется от другой точкой с запятой (0,12; 0,087).

Построение статьи

Убедительная просьба соблюдать порядок построения статьи!

Каждый новый пункт не нужно нумеровать, но порядок размещения материала должен соответствовать представленному ниже списку.

1. Отрасль наук и специальность.
2. Индекс УДК (присваивается в библиотеке по названию статьи и ключевым словам).
3. Фамилия, имя, отчество автора (полностью).
4. Ученая степень и ученое звание.
5. Полное название организации, город, страна (в именительном падеже) – место работы или учебы автора.
6. Адрес электронной почты для каждого автора.
7. Почтовый адрес с индексом (для последующей отправки журнала) и контактный телефон.
8. Название статьи (сокращения в названии недопустимы).
- 8а. (Ссылка на грант или источник финансирования – если есть.)
9. Аннотация (100–120 слов).
10. Ключевые слова (7–10 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
11. ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
12. Текст статьи.
13. Список литературы (указывается в порядке упоминания, нумеруется).

Правила составления аннотации к научной статье

Аннотация к научной статье представляет собой краткую характеристику текста с точки зрения его назначения, содержания, вида, формы и других особенностей. Она передает главную, ключевую, идею текста до ознакомления с его полным содержанием. Научная аннотация условно делится на три части:

I. Презентация вопроса или проблемы, которым посвящена статья.

II. Описание хода исследования.

III. Выводы: итоги, которых удалось достичь в результате проведенного исследования.

В аннотации не допускается привлечение дополнительной информации (биографические данные, историческая справка, отступления, рассуждения и т. д.). В тексте аннотации не должны использоваться очень сложные предложения, изложение строится в научном стиле.

Фразы, рекомендуемые для написания аннотации к научной статье:

- В данной статье рассматривается проблема...
- Обосновывается идея о том, что...
- В статье затрагивается тема...
- Дается сравнение...
- Статья посвящена комплексному исследованию...
- В статье раскрываются проблемы...
- Особое внимание в статье уделено...
- В статье анализируется...
- Автор приходит к выводу, что...
- Основное внимание в работе автор акцентирует на...
- Выделяются и описываются характерные особенности...
- Статья посвящена актуальной проблеме...
- В статье обобщен новый материал по исследуемой теме, в научный оборот вводятся...
- Предложенный подход будет интересен специалистам в области...
- В статье речь идет о...
- Статья посвящена детальному анализу...
- Статья раскрывает содержание понятия...
- Обобщается практический опыт...

- В статье исследуются характерные признаки...
- Автор дает обобщенную характеристику...
- В статье проанализированы концепции...
- В статье приведен анализ взглядов исследователей...
- В данной статье предпринята попытка раскрыть основные причины...
- Автор стремится проследить процесс...
- В статье дан анализ научных изысканий...

Пример оформления статьи

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 677.02.001.05

Исроилов Азамат Хисайнович

аспирант

Жуков Владимир Иванович

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

Isroilov-azamat@mail.ru, zhukov_v_i_51@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ СВЕРХМАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ

В данной статье приводится анализ свойств чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности для определения технологических параметров ее возможной выработки, обоснование необходимости выработки данной пряжи в промышленных масштабах и ее конкурентоспособности на рынке, а также сравнение таких технологических параметров, как линейная плотность, крутка, удельная разрывная нагрузка, с существующими в настоящее время нормативами и стандартами. Крутка пряжи определялась графоаналитическим способом и по действующим нормативам и рекомендациям сравнивалась с пряжей максимально близкой по параметрам, указанной в нормативных документах. Для приблизительной оценки прочностных характеристик пряжа так же сравнивалась с пряжей, наиболее близкой по линейной плотности по ГОСТ. По каждому сравнению сделаны выводы о соответствии характеристик сверхтонкой чистольняной пряжи современным требованиям.

Ключевые слова: крутка, удельная разрывная нагрузка, чистольняная пряжа, сверхмалая линейная плотность, графоаналитический способ, выработка пряжи, прочностные характеристики.

Isroilov A. N., Zhukov V. I.

Kostroma State University, Kostroma, Russia

isroilov-azamat@mail.ru, zhukov_v_i_51@mail.ru

FEATURES OF ULTRA-SMALL PURE FLAX YARN WITH A LINEAR DENSITY

In this paper we analyse the properties of pure flax yarn of ultra-low linear density to determine the technological parameters of its possible development. There is justification of the need for this yarn on an industrial scale and its competitiveness in the market. There is comparison of such technological parameters as linear density, twist, unit tenacity with current regulations and standards. Twist of yarn was determined by the graphical-analytical method, and according to the current regulations and the recommendations was compared with the most similar possible yarn specified in regulations. For strength properties' rough estimate, yarn was similarly compared with the most similar (by linear density) possible yarn specified in the GOST (Russian state standard). Relevant conclusions on characteristics of ultrathin pure flax yarn relative to modern requirements have been made on each comparison.

Keywords: twist, unit tenacity, pure flax yarn, ultra-low linear density, graph-analytic method, making yarn, strength properties.

Текст статьи...

Библиографический список

© Исроилов А. Х., Жуков В. И., 2017.

Примеры оформления библиографических ссылок на источники цитирования

Моноиздания

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия автора, инициалы. Название издания / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Количество страниц.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

Например:

Дементьева А. Г., Соколова М. И. Управление персоналом : учебник. – М. : Магистр, 2008. – 287 с.

Природопользование и среда обитания. Системный подход : монография / С. И. Кожурин [и др.] ; под общ. ред. Р. М. Мифтахова. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2005. – 102 с.

Многотомное издание

Фамилия автора, инициалы. Название издания : в кол-ве т. / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет.

Например:

Гоголь Н. В. Полн. собр. соч. : в 14 т. – М. : Изд-во АН СССР, 1937–1952.

Если в библиографическом списке Вы указываете многотомное издание, в тексте статьи в квадратных скобках необходимо приводить не только порядковый номер источника в списке и страницы, но и том: [4, т. 9, с. 324].

Один том из многотомного издания

Фамилия автора, инициалы. Название издания : в кол-ве т. / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания: Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Том (Часть). – Количество страниц.

Например:

Блонский П. П. Избранные психологические и педагогические произведения : в 2 т. – М. : Педагогика, 1979. – Т. 2. – 399 с.

Сборники

Название сборника : вид издания / сведения о составителях; редакторах и т. п. – Место издания : Издательство, год выхода в свет. – Количество страниц.

Например:

Методологические проблемы современной науки / сост. А. Т. Москаленко ; ред. А. И. Иванов. – М. : Политиздат, 1979. – 295 с.

Статьи из сборников

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название сборника статей : вид издания / сведения об ответственности, включающие наименование организации ; сведения о составителях и т. п. – Место издания, год издания. – Страницы начала и конца статьи.

Например:

Киселев М. В., Зайков К. В. Моделирование однослойных тканых структур технического назначения // Инновационное развитие легкой промышленности : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. молодых специалистов и ученых, 16–18 ноября 2016 г. / М-во образования и науки РФ, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – С. 51–54.

Статьи из журналов

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название журнала. – Год издания. – Номер тома (если есть). – Номер выпуска. – Страницы начала и конца статьи.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

Например:

Безъязычный В. Ф., Михайлов С. В. Кинематический анализ формирования сливной стружки // Вестник машиностроения. – 2003. – № 11. – С. 48–50.

Исследование химического состава волокон льна различных селекционных сортов / А. Н. Иванов, Н. Н. Чернова, А. А. Гурусова, Т. В. Ремизова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986. – № 1. – С. 19–21.

Статьи из газет

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название газеты. – Год издания. – Номер или дата выпуска.

Например:

Райцын Н. С. В окопах торговых войн // Деловой мир. – 1993. – 7 окт.

Справочные издания, энциклопедии, словари

Название : вид издания / сведения о составителях; редакторах и т. п. – Номер переиздания (если есть). – Место издания : Издательство, год издания. – Количество страниц.

Например:

Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина и Л. Н. Гинзбурга. – М. : Легпромбытиздат, 1991. – 544 с.

Статьи из энциклопедий, словарей

Фамилия и инициалы автора. Название главы, статьи (или другой составной части издания) // Название издания / сведения о составителях и т. п. – Место издания : Издательство, год издания. – Том (если есть). – Страницы начала и конца главы, статьи.

Например:

Дойников А. С. Цветовая температура // Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Большая российская энциклопедия, 1999. – Т. 5. Стробоскопические приборы – Яркость. – С. 691–692.

Диссертации

Фамилия и инициалы автора. Название диссертации : дис. ... канд. (д-ра) отрасль науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

Например:

Киселева М. В. Моделирование гибкости и прочности льняного волокна для прогнозирования его прядильной способности : дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2002. – 267 с.

Авторефераты диссертаций

Фамилия и инициалы автора. Название автореферата диссертации : автореф. дис. ... канд. (д-ра) отрасль науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

Например:

Сюй Цзэпин. Воздействие интенсивного излучения мягкого рентгеновского диапазона на полимер : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2002. – 16 с.

Патентные документы

Патент (заявка, авторское свидетельство), №, страна. Название патента / Автор. – № заявки ; сведения о дате заявки и опубликования. – Количество страниц.

Например:

Пат. РФ № 164083 С21D 1/00. Устройство электролитного нагрева металлических изделий / Белкин П. Н., Кусманов С. А., Смирнов А. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Костромской государственной университет имени Н. А. Некрасова». № 2015152006/02; заявл. 03.12.2015; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23. – 2 с.

А. с. СССР 870486, МКИ С23с 9/00. Способ химико-термической обработки изделий из металлов и сплавов / А. К. Товарков, В. Н. Дураджи; заявитель и патентообладатель Институт прикладной физики АН Молдавской ССР. № 28753449; заявл. 28.01.80; опубл. 07.10.81, Бюл. № 37. – 2 с.

Стандарты

ГОСТ XXXX–год. Название. – Дата введения. – Место издания : Издательство, год издания. – Количество страниц.

Например:

ГОСТ 6309–93. Нитки швейные хлопчатобумажные и синтетические. Технические условия. – Введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 24 с.

Материалы из сети Интернет

Автор. Название материала (учебника, статьи и т. п.) [Электронный ресурс] : вид издания. – Режим доступа : информация о протоколе доступа к сетевому ресурсу (http) и его электронный адрес (сведения о дате обращения: число, месяц, год).

Например:

Сергеев Е. Ю. Вспомогательные (прикладные) дисциплины. Фотодело : учеб. пособие / Санкт-Петербургский гос. ун-т сервиса и экономики, 2010. – URL: <https://www.litres.ru/sergeev-evgeniy-urevich/vspomogatelnye-prikladnye-discipliny-fotodelo> (дата обращения: 05.09.2017).

Рудовский П. Н., Соркин А. П., Смирнова С. Г. Проблемы технологии формирования ровницы для получения пряжи пониженной линейной прочности из льна // Научный вестник КГТУ. – 2010. – № 2. – URL: <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2010-2-6.pdf> (дата обращения: 02.10.2017).

Приказ Минфина РФ от 30.03.2001 № 26н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет основных средств“» ПБУ 6/01» : в ред. от 27.11.2006 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.10.2017).

Концепция национальной безопасности РФ : утв. Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 г. № 1300 : в ред. Указа Президента РФ от 10 января 2000 г. № 24. – URL: http://oficery.ru/2008/01/31/jncersija_nacionalnoj_bezopasnosti_rf.html (дата обращения: 02.10.2017).

Официальный сайт компании Global Fund Management & Administration PLC. – URL: <http://www.globalfund.ru> (дата обращения: 8.09.2017).

Отрасль в цифрах // Официальный сайт ИА REGNUM. – URL: www.regnum.ru/news/777704.html (дата обращения: 02.10.2017).

Архивные материалы

Например:

Записки о чумном бунте. Автограф // РО ИРЛИ. – Ф. 265. – Оп. 2. – Д. 1195. – Л. 7–10.

РГАЛИ. – Ф. 26. – Оп. 8. – Д. 231. – Л. 8.

СОДЕРЖАНИЕ

ЖУРНАЛУ «ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО» 20 ЛЕТ	3
ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	
Кузнецова Н. С. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЬЮРКОВОЙ ПРЯЖИ ДЛЯ ТРИКОТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ДВА СЛОЖЕНИЯ.....	6
Голубев Е. В., Романов В. В. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ В ПРОЦЕССЕ ТКАНЕОБРАЗОВАНИЯ	11
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
Султанов К. С., Исмоилова С. И., Туланов Ш. Э. МЕХАНИЗМ ОБРЫВА ХЛОПКОВОЙ ПРЯЖИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ.....	17
Севостьянов П. А., Тихомирова М. Л. ТРЕНИЕ МЕЖДУ НИТЯМИ В ТКАНЫХ ПОЛОТНАХ ПРИ ИХ УДЛИНЕНИИ	22
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	
Рокотов Н. В., Колесников В. А. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КОМБИНИРОВАННОГО РАСКЛАДЧИКА НИТИ.....	27
ДИЗАЙН	
Галанин С. И., Цинь Лицзюань ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ НЕФРИТОВОЙ КУЛЬТУРЫ КИТАЯ. ЭПОХА «СВЯТОГО НЕФРИТА»	35
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Шатрова О. А., Смирнова С. Г. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	40
Исаева М. В., Саматов Д. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОЛОКАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	44
SUMMARY	52
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ	55

CONTENTS

THE JOURNAL “TECHNOLOGIES AND QUALITY” APPEARS 20 YEARS ALREADY3

TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS

Kuznetsova N. S.

A METHOD OF PRODUCING TUBE TWISTER YARN FOR KNITTED WEAR PRODUCTION
IN TWO PLYINGS6

Golubev Ye. V., Romanov V. V.

COMPUTER SIMULATION OF WARP TENSION ON A WEAVING MACHINE
IN THE TISSUE FORMATION PROCESS11

MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

Sultanov K. S., Ismoilova S. I., Tulanov S. E.

COTTON YARN BREAKING MECHANISM UNDER STRETCHING17

Sevost'yanov P. A., Tikhomirova M. L.

FRICITION AMONG THE THREADS OF WEAVING FABRICS DURING THEIR ELONGATION22

TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

Rokotov N. V., Kolesnikov V.A.

KINEMATIC SYNTHESIS OF A COMBINED THREAD STACKER27

DESIGN

Galanin S. I., Qin Lijuan

HISTORICAL STAGES OF CHINA JADE CULTURE. THE EPOCH OF “HOLY JADE”35

INFORMATION TECHNOLOGIES

Shatrova O. A., Smirnova S. G.

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF THE INFORMATION ENVIRONMENT
OF THE VIRTUAL MUSEUM OF COMPUTER TECHNOLOGY40

Isayeva M. V., Samatov D. A.

USING GEOLOCATION TECHNOLOGIES WHEN CREATING A VIRTUAL MUSEUM
OF COMPUTATION ENGINEERING 44

SUMMARY52

REQUIREMENTS TO REGISTRATION OF ARTICLES55

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2019 – № 3(45)

НОЯБРЬ

Рецензируемый периодический научный журнал

Учредитель и издатель:

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Костромской государственный университет»

Главный редактор

РУДОВСКИЙ ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ
доктор технических наук, профессор

Издается с 1999 года

Журнал зарегистрирован

*Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС 77-75262 от 7.03.2019 г.*

16+

Редактор	О. В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н. И. Поповой
Перевод	С. А. Грозовского

Издательско-полиграфический отдел
Костромского государственного университета

Подписано в печать 15.11.2019. Дата выхода в свет 23.12.2019. Формат бумаги 60×90 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 8,0. Заказ 272. Тираж 500.
Цена свободная.

Адрес учредителя, издателя и редакции журнала:
156005, Костромская обл., г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
tik@ksu.edu.ru

Отпечатано ИПО КГУ
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
Т. 49-80-84. E-mail: rio@kstu.edu.ru

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны