

Оригинальная статья / Original article  
УДК 677:687.1  
DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-24



# Сравнительный анализ экологических показателей и физико-механических свойств текстильных материалов растительного происхождения

Елена В. Кумпан<sup>1</sup>, Гузель Н. Нуруллина<sup>1</sup>, Муратхан И. Гаджибеков<sup>2</sup>, Хамис К. Нурутдинова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

## Контактное лицо

Елена В. Кумпан, кандидат технических наук, доцент, кафедра дизайна, Казанский национальный исследовательский университет; 420015 Россия, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68. Тел. +79178642860  
Email [elenevk@mail.ru](mailto:elenevk@mail.ru)  
ORCID <https://orcid.org/0009-0007-4889-4292>

## Формат цитирования

Кумпан Е.В., Нуруллина Г.Н., Гаджибеков М.И., Нурутдинова Х.К. Сравнительный анализ экологических показателей и физико-механических свойств текстильных материалов растительного происхождения // Юг России: экология, развитие. 2025. Т.20, N 4. С. 262-269.  
DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-24

Получена 6 октября 2025 г.

Прошла рецензирование 21 октября 2025 г.

Принята 6 ноября 2025 г.

## Резюме

Цель: изучение физических и механических свойств текстильных материалов на основе волокон растительного происхождения с целью оценки их эксплуатационных характеристик и экологической безопасности, доказывающий преимущества и перспективы использования таких материалов, как крапива, лён и конопля, в качестве альтернативы традиционному хлопку.

В статье проведен исторический анализ технологии получения и применения текстильных материалов на основе растительных волокон. Особое внимание уделено сравнительной оценке ключевых характеристик и свойств таких волокон, как хлопок, лен, конопля и крапива. Проведены экспериментальные исследования физических и механических свойств текстильных материалов на основе волокон хлопка, льна и крапивы.

Исследование включает анализ физических, эксплуатационных и экологических аспектов каждого типа волокна, что позволяет выявить их преимущества и недостатки в контексте современного текстильного производства.

Из сравнительного анализа литературы и проведенных экспериментальных исследований текстильных материалов из волокон хлопка, льна и крапивы, можно сделать вывод, что наиболее экологичным, высокоурожайным, а также обладающим положительными физическими и механическими свойствами является волокно крапивы сорта «рами». Волокно крапивы сорта «рами» — наиболее экологичный, высокоурожайный и качественный материал, он обладает высокой гигроскопичностью, теплопроводностью и воздухопроницаемостью, а также прочностью, устойчивостью к ультрафиолету, гипоаллергенен. Производство тканей из крапивы не требует больших энергетических затрат и не вредит окружающей среде, что делает её экологически чистой альтернативой хлопку.

## Ключевые слова

Текстильная промышленность, волокно, хлопок, лён, конопля, крапива, экспериментальные исследования, физико-механические свойства.

# Comparative analysis of environmental indicators and physical and mechanical properties of textile materials of plant origin

Elena V. Kumpan<sup>1</sup>, Guzel N. Nurullina<sup>1</sup>, Muratkhan I. Gadzhibekov<sup>2</sup> and Khamis K. Nurutdinova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Dagestan State University, Makhachkala, Russia

## Principal contact

Elena V. Kumpan, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Design, Kazan National Research University; 68 Karl Marx St., Kazan, Russia 420015.

Tel. +79178642860

Email [elenevk@mail.ru](mailto:elenevk@mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0009-0007-4889-4292>

## How to cite this article

Kumpan E.V., Nurullina G.N., Gadzhibekov M.I., Nurutdinova Kh.K. Comparative analysis of environmental indicators and physical and mechanical properties of textile materials of plant origin. *South of Russia: ecology, development*. 2025; 20(4):262-269. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-24

Received 6 October 2025

Revised 21 October 2025

Accepted 6 November 2025

## Abstract

The aim was to study the physical and mechanical properties of textile materials based on plant fibres in order to assess their performance and environmental safety, proving the advantages and prospects of using materials such as nettle, flax and hemp as an alternative to traditional cotton.

The article provides a historical analysis of the technology of production and application of textile materials based on vegetable fibres. Special attention is paid to the comparative assessment of the key characteristics and properties of fibre such as cotton, flax, hemp and nettle. Experimental studies of the physical and mechanical properties of textile materials based on cotton, flax and nettle fibre have been carried out.

The study includes an analysis of the physical, operational and environmental aspects of each type of fibre, which allows us to identify their advantages and disadvantages in the context of modern textile production.

From a comparative analysis of the literature and experimental studies of textile materials made from cotton, flax and nettle fibres, it can be concluded that the most environmentally friendly, high-yielding, as well as possessing positive physical and mechanical properties is the rami nettle fibre. Rami nettle fibre is the most environmentally friendly, high — yielding and high-quality material. It has high hygroscopicity, thermal conductivity and breathability, as well as strength and UV resistance and is hypoallergenic. The production of nettle fabrics does not require high energy costs and does not harm the environment, which makes it an environmentally friendly alternative to cotton.

## Key Words

Textile industry, fibre, cotton, flax, hemp, nettle, experimental research, physical and mechanical properties.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в современном мире продукция текстильной и легкой промышленности должна соответствовать высоким стандартам и отвечать комплексу требований. С развитием полимерной химии и технологий, синтетические волокна стали доминировать в структуре волокон натурального происхождения и для многих стран являются инновационной частью текстильной промышленности, так как обладают значительными показателями механических свойств, включая высокую прочность и износостойкость, а также высокую рентабельность [1].

Рынок синтетических волокон и нитей демонстрирует устойчивый рост с 1970-х годов, достигнув более 50 % от общего объема мирового текстильного производства. Однако в последнее время наблюдается тенденция к возвращению к натуральным волокнам растительного происхождения, и их доля в общем потреблении неуклонно растет. Говоря о натуральных текстильных материалах, важно отметить, что производство детской одежды, постельного и нательного белья должно изготавливаться из материалов на основе волокон растительного происхождения, таких как хлопок, лён, крапива и конопля, так как данные материалы обеспечивают необходимое тепловое состояние организма путем создания оптимального микроклимата под одежным слоем и являются гипоаллергенными [2].

Анализ рынка производства и потребления натуральных тканей, показывает, что самым популярным в мире волокном, используемым для производства одежды и различных текстильных изделий, является хлопок. По последним данным (на 2023–2024 годы) во всём мире производство хлопчатобумажных тканей исчисляется миллионами тонн около 25 миллионов тонн хлопка. Производство хлопка по странам в 2025 году, что составляет примерно 40 % от общего объёма текстиля. Согласно статистическим данным, в глобальном масштабе на каждого жителя планеты ежегодно приходится потребление не менее 7 килограммов хлопка.

Данная востребованность текстильных изделий из волокон хлопка обусловлена их положительными эксплуатационными характеристиками, такими как гигроскопичность, воздухопроницаемость и мягкость, а также универсальность использования в различных сферах жизнедеятельности. Также в целях привлечения потребителей некоторые производители одежды используют термин «экологичный хлопок». Однако данное понятие является некорректным, так как при производстве хлопка применяются удобрения, реагенты, а для отбеливания и окрашивания волокон и пряжи используются химические вещества.

Необходимо подчеркнуть, что массовое производство хлопкового волокна оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. В частности, для выращивания одного килограмма хлопкового волокна требуется от 500 до 2500 литров пресной воды. Интенсивное культивирование хлопчатника в регионе Средней Азии стало основной причиной экологической катастрофы в регионе Аральского моря.

Аральское море, которое еще 80 лет назад являлось четвертым по величине озером в мире и благодаря своим размерам получило статус моря, несмотря на отсутствие выхода к океану щедро одаривало жителей прибрежных районов морепродуктами. На его берегах располагалось несколько портов и рыбозаводов. Однако с 1960-х годов уровень воды в Аральском море

начал стремительно падать из-за увеличения забора воды из двух главных питающих рек водоём – Амударьи и Сырдарьи, так как они активно использовались для орошения хлопковых плантаций. В результате, уровень воды в море снизился на 22 метра, а площадь водоёма сократилась на 90 %. Это привело к разделению Аральского моря на несколько изолированных водоёмов. Концентрация соли в воде выросла в 2,5 раза, что вызвало гибель рыбы и упадок рыболовного промысла.

Высыхание дна Аральского моря привело к образованию обширных солончаковых пустынь, которые распространяются на сотни километров вокруг. Ветер разносит соль и токсичные частицы, загрязняя почву и негативно влияя на биоразнообразие региона. Засоление почв привело к деградации сельскохозяйственных угодий и пастбищ, что, в свою очередь, затруднило разведение домашних животных.

Более того, ирригация хлопковых плантаций с применением пестицидов для уничтожения вредителей, а также внесение минеральных удобрений, которые впоследствии сбрасывались в акваторию моря, существенно ухудшили экологическую обстановку. В 2014 году объем воды в Аральском море достиг своего исторического минимума, после чего начались меры по его восстановлению. Однако полное восстановление моря потребует десятилетий и значительных усилий. Нерациональное и чрезмерное производство хлопка привело к экологической катастрофе, к утрате уникального природного ландшафта и экосистемы Аральского региона. Несмотря на принятые меры по восстановлению уровня воды в море, полное восстановление экосистемы потребует десятилетий и значительных усилий [3].

Необходимо также подчеркнуть еще один существенный аспект, связанный с выращиванием хлопка: данная культура характеризуется высокой уязвимостью к воздействию различных фитопатогенов и насекомых-вредителей. В результате, в процессе агрономической практики широко применяются пестициды и инсектициды, что составляет значительную долю от общего объема химических средств защиты растений в мировом масштабе [4]. Несмотря на то, что хлопчатник занимает лишь около 3 % мировых сельскохозяйственных угодий, тем не менее, потребляет значительную часть мировых пестицидов – примерно 11 %, и инсектицидов – 26 %. Химические вещества, используемые в его производстве, наносят серьёзный ущерб почве, снижая её плодородие [5]. Применение пестицидов и инсектицидов также представляет значительную угрозу для здоровья работников плантаций. Кроме того, чрезмерный полив, необходимый для выращивания хлопка, приводит к засолению почвы, ухудшая её качество [6; 7].

Таким образом, традиционное производство хлопкового волокна противоречит принципам экологичности. Следовательно, необходимо стремиться к снижению негативного воздействия на окружающую среду во всех сферах сельскохозяйственного производства хлопка, а именно за счет сокращения объемов производства и стимулирование развития альтернативных источников сырья, таких как лубяные волокна (лен, конопля, крапива), так как эти материалы обладают потенциалом для снижения экологического следа и улучшения устойчивости агроэкосистем.

В результате изучения литературных источников можно сделать вывод, что льняное волокно и изделия из него стали важной частью жизни современного человека. История культивирования льна как сельскохозяйственной

культуры начинается в эпоху неолита (VIII–III века до нашей эры), что подтверждается археологическими находками в древних поселениях и указывает на его широкое распространение. Некоторые исследователи предполагают, что лен возник на западе Персии, а затем был завезен в Индию, Китай, Среднюю Азию, Вавилон и Египет. Существует гипотеза, что Рим и Греция переняли культуру выращивания льна из Египта. В России лен имеет глубокие корни, так как множество славянских племен на территории Восточной Европы активно занимались его возделыванием.

В период правления Петра I производство льна приобрело промышленный характер, а экспорт льняного полотна и нитей стал одной из ключевых статей внешней торговли и важным источником пополнения государственной казны. К IX веку Россия занимала лидирующие позиции в мировом производстве льна и льняных изделий. На начало XX века на юге и в центральной части России приходилось более половины всех мировых посевных площадей льна, что составляло около 1,5 миллиона гектаров [8].

Льняные ткани остаются востребованными благодаря своим уникальным свойствам, включающим как физико-механические, так и медико-биологические характеристики. Научные исследования подтверждают положительное воздействие льняного волокна на физическое и эмоциональное состояние человека. Одежда из льна выделяется высокими гигиеническими качествами, отличной влаго- и воздухопроницаемостью, а также значительной механической стойкостью. Льняные материалы для домашнего использования привлекают своей эстетикой и функциональностью, в то время как технические льняные ткани находят широкое применение в автомобильной, обувной, оборонной и других отраслях промышленности [9].

Важно отметить, что лен является неприхотливой культурой, устойчивой к засухе и вредителям, не требующей большого количества воды и использования химических средств защиты. Отходы производства льняных тканей находят повторное применение в качестве сырья для целлюлозы, пеньки и масел.

На современном мировом рынке значительное распространение получили лубяные волокна, такие как конопля и крапива сорта рами. Эти материалы традиционно используются в текстильной промышленности для создания одежды, но также находят применение в автомобилестроении, производстве изоляционных материалов, медицине, изготовлении лечебного белья и геотекстиля, а также в ряде других отраслей [7].

Производство конопли получило широкое распространение в VIII веке, когда начался активный процесс строительства парусного флота. Наибольший объем посевных площадей был достигнут в 1920-х годах, тогда было отведено около 1 миллиона гектаров. Однако с течением времени площади начали постепенно сокращаться из-за конкуренции со стороны более дешевого хлопкового волокна. Волокна конопли имеют грубый стебель длиной до 2 метров, а также высокой устойчивостью к различным климатическим условиям. Она не требует особого ухода в период роста и известна своей неприхотливостью. Технология переработки конопли практически идентична технологии переработки льна, что позволяет использовать аналогичные методы обработки и переработки сырья.

В настоящее время конопля является источником для более чем трехсот различных продуктов, которые востребованы в различных отраслях промышленности. Ее применение охватывает медицину, текстильную, легкую, пищевую, бумажную, строительную, авиационно-космическую, топливную и другие сферы. В медицинских целях используется сорт конопли *Cannabis Indica*, который содержит большое количество тетрагидроканнабинола и используется для создания препаратов, влияющих на психоэмоциональное состояние. Для текстильного производства чаще всего используется сорт *Cannabis Sativa*.

Основными поставщиками конопляного волокна на сегодняшний день являются Италия, Германия, Румыния, Нидерланды и некоторые страны Азии. Несмотря на технологические сложности, связанные с производством одежды из конопли, конопляный текстиль отличается высокой прочностью, износостойкостью, гигроскопичностью и гипоаллергенностью. Он также обеспечивает эффективный теплообмен и на 95 % защищает от ультрафиолетового излучения. Важно отметить экологические преимущества производства конопляных тканей.

Конопля не нуждается в пестицидах и других химических веществах для защиты и стимуляции роста, что делает её выращивание экологически безопасным. В условиях растущего интереса к устойчивому развитию и экологически ответственным методам производства, конопляное волокно становится перспективным направлением для современной текстильной промышленности [7].

При рассмотрении волокон растительного происхождения важно отметить крапиву, которая была одним из первых материалов, используемых человеком. В Средние века изделия из крапивы пользовались большим спросом, но в XVI веке её вытеснил хлопок.

В настоящее время основным производителем крапивы сорта рами является Китай, также её выращивают в небольших количествах в США, Бразилии, Таджикистане и других странах Средней Азии. Волокна крапивы рами отличаются особой длиной, достигая 150–500 мм. Их природный цвет – белый, они легко поддаются окрашиванию и обладают естественным блеском. В современном текстиле волокно крапивы часто используется вместе с натуральным шёлком, мерсеризованным хлопком и вискозой.

Сравнивая лубяные волокна, можно отметить, что материал из крапивы обладает рядом преимуществ по сравнению с льняным волокном. Волокно крапивы обладает более мягкой, тонкой, эластичной и шелковистой текстурой, что обусловлено его строением. Длина волокон крапивы может достигать 50 см, а их трубчатая форма с перегородками обеспечивает устойчивость к многократным деформациям знакопеременного изгиба. Несмотря на недостаток лабораторных исследований, подтверждающих фактические данные о степени извитости волокна, среднем диаметре трубки и способности взаимодействовать с влагой, исторические примеры использования крапивного волокна в быту продолжают привлекать внимание современных учёных [9].

Важно отметить, что производство волокна крапивы является значительно более экологичным и экономически выгодным по сравнению с льном. Крапива «рами» имеет развитую корневую систему, которая способна значительно снизить эрозию почвы за счет глубокого проникновения корней в грунт, укрепляя его

структуру и предотвращают вымывание верхнего плодородного слоя. Растение крапивы устойчиво к вредителям, так как ее листья выделяют вещества, обладающие инсектицидными свойствами, что позволяет исключить необходимость использования пестицидов. В технологическом процессе производства ткани из волокна рами не используются химические реагенты для обработки волокон, что минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. В целом, волокна крапивы представляют собой доступное и неприхотливое в выращивании сырье. При соблюдении оптимальных агротехнических условий растение демонстрирует высокую урожайность, достигая от двух до шести циклов вегетации в год, при этом затраты на его производство ниже, чем на выращивание льна [10].

На основе выше сказанного можно сделать вывод, что человек всегда тянулся к единению с природой, но несмотря на огромное количество новых и традиционных синтетических волокон современный потребитель предпочитает натуральные материалы, которые имеют древнюю историю применения и влияние положительных свойств которых доказано веками.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

За объект исследования взяты текстильные материалы на основе волокон хлопка, льна и крапивы, выбор данных материалов объясняется широкой ассортиментной группой, свободно представленной в продаже online и offline магазинов.

Как показало исследование самыми значимыми показателями, характеризующими комфортное состояние под одёжным микроклиматом, являются гигиенические характеристики, к которым можно отнести показатель смачиваемости. Также немаловажным для потребителей являются прочностные характеристики материала, а именно истирание, разрывная нагрузка, которые отвечают требованиям износостойкости.

В работе для экспериментальных исследований выбраны стандартные методы, отвечающие требованиям

ГОСТа. Результаты экспериментов сравнивались и сопоставлялись с известными теоретическими и экспериментальными данными.

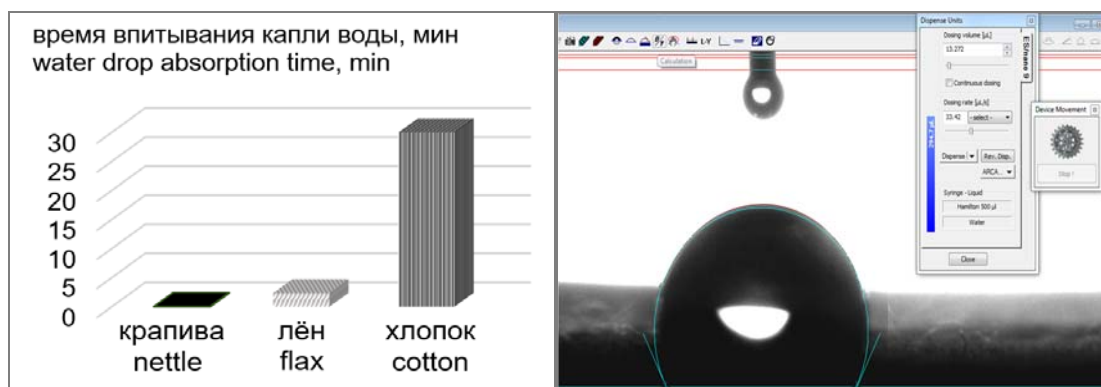
Измерения краевого угла смачивания текстильных материалов определяли на приборе OCA 15 Pro Package. Прибор снабжён видео поддержкой OCA 15EC, которая позволяет измерить краевой угол смачивания и выполнить анализа контура капли. За окончательный результат испытания принималось среднее арифметическое пяти измерений диаметра капли, и времени поглощения-впитывания капли, вычисленное с погрешностью не более 0,01 %.

Испытания к истиранию и пиллингуемости материалов проводились с использованием прибора МТ-191 в рамках стандартов ГОСТ 51552-99 и ГОСТ 14326-73. Образцы, диаметр которых составлял  $82 \pm 1$  мм, подвергались циклу истирания до тех пор, пока не появлялись сквозные дефекты. Результаты тестирования выражались в виде среднего арифметического значения выносливости десяти образцов с допуском погрешности  $\pm 0,97$ .

Для измерения разрывной нагрузки и относительного удлинения при разрывных испытаниях текстильных материалов применялись методики, установленные ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82). Одноосные разрывные испытания проводились на машине модели МТ 110-2/5. Результаты измерений разрывного усилия и относительного удлинения регистрировались по шкале прибора в момент разрушения образца.

#### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В работе представлены экспериментальные исследования измерения краевого угла смачивания текстильных материалов на приборе OCA 15 Pro Package. На рисунке представлены результаты исследований измерения краевого угла смачивания для трех вида материала: льняной, хлопчатобумажной и крапивы (рис. 1).



**Рисунок 1.** Результат экспериментального исследования краевого угла смачиваемости в зависимости от времени впитывания капли воды

**Figure 1.** The result of an experimental study of the contact angle of wettability as a function of the time it takes for a drop of water to be absorbed

Пред проведением эксперимента, для чистоты показателей текстильные материалы были подвержены стирке моющим средством, с целью удаления поверхностной грязи и аппретов, нанесенных на поверхность текстильного материала в процессе производства.

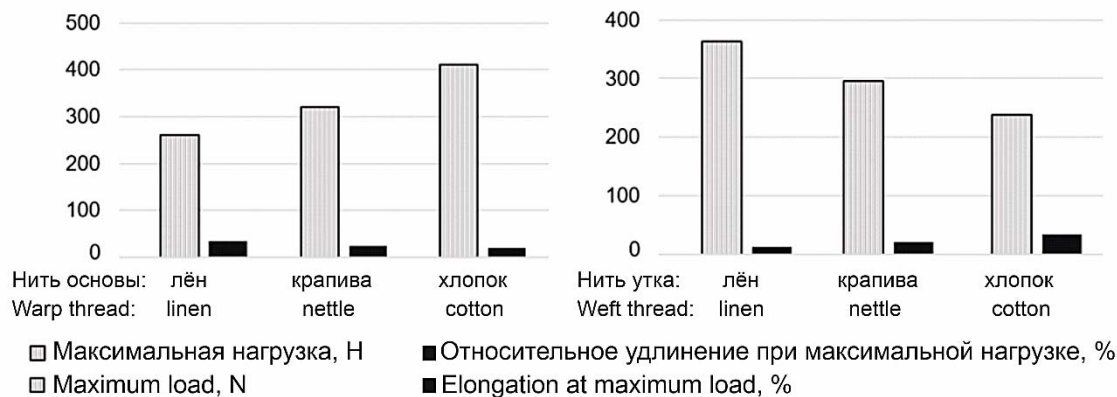
Из представленного графика (рис. 1) видно, что текстильный материал из волокон крапивы сорта «рами»

обладает наилучшим значением впитываемости воды, капля воды моментально впиталась, что является положительным показателем. Быстрое впитывание воды, свидетельствует о том, что материал в процессе производства не гидрофобизирован, не покрыт химическими реагентами, что является положительным критерием гигиенических показателей для производства одежды и постельного и нательного белья.



Механические характеристики текстильных материалов являются ключевым параметром в индустрии швейного производства и служат важным индикатором их качества. Они определяют способность материала адаптироваться и сохранять свои геометрические параметры в готовом изделии, а также прогнозируют его износостойкость и долговечность. В процессе эксплуатации швейных изделий текстильные материалы подвергаются разнообразным

механическим воздействиям, таким как растяжение, изгиб, сжатие и кручение, а также трение при контакте с другими поверхностями. На представленном графике (рис. 2) отражены результаты исследования относительного разрывного удлинения текстильных материалов при максимальной нагрузке, что позволяет объективно оценить их прочностные свойства и надежность в условиях повседневного использования.



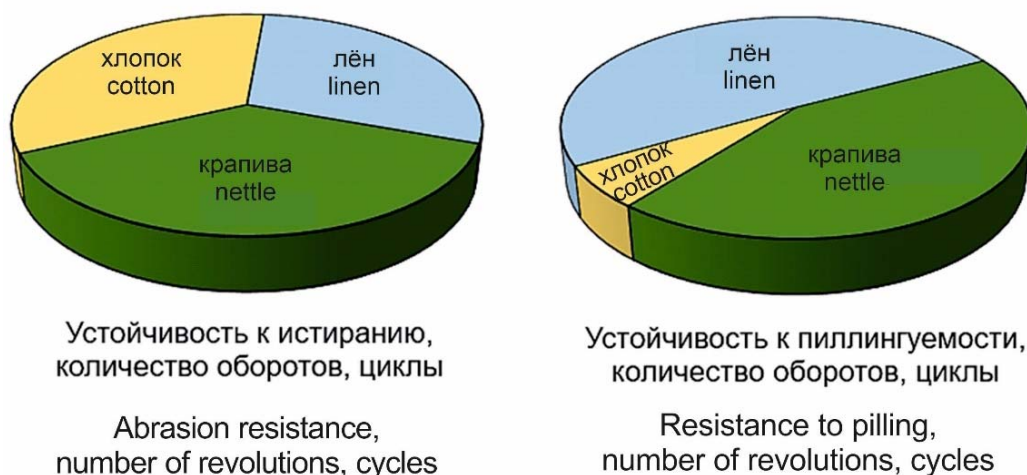
**Рисунок 2.** Результат экспериментального исследования относительного разрывного удлинения текстильных материалов по нити основы и утка

**Figure 2.** The result of an experimental study of the relative tensile elongation of textile materials along the warp and weft threads

Из графика видно, что максимальной прочностью при разрывной нагрузке обладает хлопчатобумажная ткань по нити основы и льняная ткань по нити утка. Относительное удлинение при максимальной нагрузке наибольшее значение по нити основы показала льняная ткань, по нити утка хлопчатобумажная ткань. Ткань из волокон крапивы показала средние результаты. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что исследуемые материалы обладают достаточной прочностью и незначительным удлинением, что свидетельствует о том, что одежды выполненная из рассматриваемых тканей,

будет в меньшей степени вытягиваться в области локтя, колен и сидения.

Немаловажным показателем для одежды являются показатели истирания и пillingуемости. Рассматриваемые характеристики наиболее значимы для детской одежды, так как дети во время игры сидят на полу, ползают на коленях, сидят за столом, в следствии чего происходит истирание одежды в области локтей и коленей. Стойкость материалов к истиранию и пillingуемости определяли по числу циклов истирания на приборе МТ-191 в соответствии с требованиями ГОСТ. Результаты исследования представлены на рисунке 3.



**Рисунок 3.** Результат экспериментального исследования устойчивости истирания и пillingуемости текстильных материалов

**Figure 3.** The result of an experimental study of the abrasion and pilling resistance of textile materials

Исследования показали, что наибольшей прочностью к истиранию обладает материал из волокон крапивы и льна, также крапива и лен устойчивы к пillingуемости, по отношению к материалу из хлопковых волокон. Устойчивость волокон льна и крапивы к истиранию и

пillingуемости объясняется природой волокон, а именно содержанием лигнина, который придаёт волокнам повышенную жёсткость, прочность. При этом содержание лигнина делает волокно льна и крапивы устойчивым к действию света, погоды и микроорганизмов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Изучая структуру строения и свойства волокон хлопка, льна и крапивы, можно утверждать, что содержание основного вещества целлюлозы в волокнах растительного происхождения придаёт ему различные свойства. Волокна хлопка, растут на поверхности семян хлопчатника, относящегося к семейству мальвовых. Лён относится к лубяным волокнам, которые залегают в стебле растения. Крапива относится к травянистому растению с противоположными пальчатыми листьями. Все виды волокон в своём составе содержат целлюлозу, гемицеллюлозу, пектиновые веществ и лигнин, благодаря целлюлозе волокна приобретают прочность, гибкость и эластичность.

Так как волокна льна и крапивы получают из стеблей и в их химическом составе содержится лигнин, который содержится в клеточных стенках растений и придаёт им прочность и устойчивость к разложению и действует как связующий клей, заполняя пространство между клетками и соединяя волокна целлюлозы в

прочную сеть. Благодаря лигнину стебли обретает прочность и упругость, а также жесткость, что подтверждается исследования прочности на истирание и пиллингуемости (рис. 3).

Лигнин придаёт волокну гидрофобность – отталкивает воду, что помогает растениям сохранять водный баланс и предотвращает гниение, а также защищает от патогенов. Лигнин создаёт барьеры для микроорганизмов и патогенов, защищая растения от инфекций

В волокнах льна лигнин содержится в количестве около 5 % (из общего состава волокна, где 80 % – целлюлоза, 20 % – примеси). Лигнин придаёт волокнам повышенную жёсткость. При этом содержание лигнина делает льняное волокно устойчивым к действию света, погоды и микроорганизмов. В волокнах крапивы рами доля лигнина составляет до 1 % (целлюлозы – 45 %, зольности – 9 %, смол и жиров – 0,85 %), поэтому волокно крапивы более мягкое и эластичное в отличии от волокна льна (табл. 1).

**Таблица 1.** Химический состав растительных волокон  
**Table 1.** Chemical composition of plant fibres

Волокно Fiber	Целлюлоза, % Cellulose, %	Гемицеллюлоза, % Hemicellulose, %	Пектин, % Pectin, %	Лигнин, % Lignin, %	Влага, % Moisture, %
Хлопок Cotton	93 – 96	23,0	2,0	0	8,0 – 9,0
Лён Linen	71 – 80	18,5	0,9	2,2 – 5,0	9,0
Крапива «Рами» Rami Nettle	68 – 76	13,1 – 16,7	2,0	0,6 – 1,0	8,0

Из сравнительного анализа волокон хлопка, льна и крапивы, а также данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что наиболее экологичным, высокоурожайным, а также обладающим положительными физическими и механическими свойствами отвечающим требованиям СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых» является волокно крапивы сорта «рами».

Материал, полученный из волокна крапивы, обладает уникальными физико-химическими характеристиками, что делает его привлекательным для различных областей применения. Прежде всего, следует отметить его высокую гигроскопичность, позволяющую эффективно поглощать влагу и воду, так как это свойство играет ключевую роль в процессе окрашивания волокон, обеспечивая равномерное распределение красящих веществ и улучшая конечный результат.

С точки зрения механических характеристик, волокна крапивы обладают прочностью, что способствует их долговечности и износостойкости. Кроме того, они обладают устойчивостью к ультрафиолетовому излучению, что делает их пригодными для использования в условиях интенсивного солнечного света.

Важно отметить биологическую безопасность, волокна крапивы гипоаллергенны и обладают выраженными антисептическими свойствами, что снижает риск развития патогенных микроорганизмов на поверхности ткани. В сравнении с льняными волокнами, крапивные материалы демонстрируют большую

пластичность и мягкость, что положительно сказывается на комфорте при их использовании.

Теплопроводные свойства волокон крапивы также заслуживают внимания. Зимой одежда из этого материала обеспечивает эффективное сохранение тепла, а летом способствует поддержанию оптимальной температуры тела благодаря высокой воздухопроницаемости.

Наконец, с экологической точки зрения, волокна крапивы представляют собой экологически чистую альтернативу хлопку. Производство тканей из крапивы не требует значительных энергетических затрат и не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Ruiz L., McCue M. Cotton: Review of the World Situation is published every quarter by the Secretariat of the International Cotton Advisory Committee Cotton Production by Country 2025 // COTTON Review of the World Situation. 2025. V. 78. N 4. P. 1–17.  
2. Клементьева М.В., Кумпан Е.В. Анализ и преимущества текстильных материалов из лубяных волокон // Жить в XXI веке – 2024: сборник конкурсных работ на лучшую научно-исследовательскую работу студентов и аспирантов КНИТУ, 2024. С. 535–540.  
3. Арапова Е.Г. Хлопок, история, производство хлопкового волокна // Аврора. 2025. N 2. С. 10–17.  
4. Азанова А.А., Нуруллина Г.Н., Никитина А.А, Башарова А.Т. Плазменная модификация структуры хлопчатобумажных трикотажных полотен // Вестник Казанского технологического университета. 2011. N 4. С. 283–284.  
5. Абдуллин И.Ш., Г.Н. Нуруллина, А.А. Азанова и др. Крашение трикотажных полотен, обработанных неравновесной низкотемпературной плазмой // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. N 3. С. 27–29.

6. Nayak R., Jajpura L., Khandual A. Traditional fibres for fashion and textiles: Associated problems and future sustainable fibres // *Sustainable Fibres for Fashion and Textile Manufacturing*. 2023. P. 3–25.
7. Анташкова Е.А. Потенциал текстильных материалов из лубяных волокон на российском рынке // *Молодые исследователи – современной России*. МЦНП «Новая наука», 2023. С. 15–19.
8. Пантюшина О.В. О потребительских свойствах новых лубяных волокон // *Вестник Торгово-технологического института*. 2010. N 3. С. 36–41.
9. Сакошев Е.Г., Блазнов А.Н. Анализ свойств и области применения растительных волокон // *Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности*. 2021. С. 169–179.
10. Гребнева Д., Шпирный Г., Петрище Ф.А. Потребительские свойства крапивы как натурального волокна // *Путь модернизации России: партнерство государства, бизнеса и кооперации*. 2011. С. 218–223.

#### REFERENCES

1. Lorena Ruiz, Mike McCue. Cotton: Review of the World Situation is published every quarter by the Secretariat of the International Cotton Advisory Committee Cotton Production by Country 2025. COTTON Review of the World Situation. 2025, vol. 78, no. 4, pp. 1–17.
2. Klementyeva M.V., Kumpan E.V. Analysis and advantages of textile materials from bast fibers. In: *Zhit' v XXI veke – 2024: sbornik konkursnykh rabot na luchshuyu nauchno-issledovatel'skuyu rabotu studentov i aspirantov KNITU* [Living in the XXI century – 2024: collection of competitive papers for the best research work of students and postgraduates of KNRTU]. 2024, pp. 535–540. (In Russian)
3. Arapova E.G. Cotton, history, production of cotton fiber. *Avrora* [Aurora]. 2025, no. 2, pp. 10–17. (In Russian)

#### КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Елена В. Кумпан и Гузель Н. Нуруллина провели экспериментальные исследования, проанализировали данные, написали рукопись. Муратхан И. Гаджибеков и Хамис К. Нурутдинова провели редактирование рукописи до подачи в редакцию. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

4. Azanova A.A., Nurullina G.N., Nikitina A.A., Basharova A.T. Plasma modification of the structure of cotton knitted fabrics. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2011, no. 4, pp. 283–284. (In Russian)
5. Abdullin I.Sh., Nurullina G.N., Azanova A.A. et al. Dyeing of knitted fabrics treated with nonequilibrium low-temperature plasma. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2012, vol. 15, no. 3, pp. 27–29. (In Russian)
6. Nayak R., Jajpura L., Khandual A. Traditional fibers for fashion and textiles: Associated problems and future sustainable fibers. *Sustainable Fibres for Fashion and Textile Manufacturing*, 2023, pp. 3–25.
7. Antashkova E.A. The potential of textile materials from bast fibers on the Russian market. In: *Molodye issledovateli – sovremennoi Rossii. MTSNP «Novaya nauka»* [Young researchers – modern Russia. ICNP "New Science"]. 2023, pp. 15–19. (In Russian)
8. Pantyushina O.V. On consumer properties of new bast fibers. *Vestnik Torgovo-tekhnologicheskogo instituta* [Bulletin of the Trade and Technology Institute]. 2010, no. 3, pp. 36–41. (In Russian)
9. Sakoshev E.G., Blaznov A.N. Analysis of properties and applications of plant fibers. In: *Tekhnologii i oborudovanie khimicheskoi, biotekhnologicheskoi i pishchevoi promyshlennosti* [Technologies and equipment of the chemical, biotechnological and food industries]. 2021, pp. 169–179. (In Russian)
10. Grebneva D., Shpirny G., Petrishche F.A. Consumer properties of nettle as a natural fiber. In: *Put' modernizatsii Rossii: partnerstvo gosudarstva, biznesa i kooperatsii* [Path of modernization of Russia: partnership between government, business and cooperation]. 2011, pp. 218–223. (In Russian)

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Elena V. Kumpan and Guzel N. Nurullina conducted experimental studies, analysed the data and wrote the manuscript. Muratkhan I. Gadzhibekov and Khamis K. Nurutdinova undertook editing the manuscript before submission to the Editors. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

#### NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

#### ORCID

Елена В. Кумпан / Elena V. Kumpan <https://orcid.org/0009-0007-4889-4292>

Гузель Н. Нуруллина / Guzel N. Nurullina <https://orcid.org/0009-0000-6352-4504>

Муратхан И. Гаджибеков / Muratkhan I. Gadzhibekov <https://orcid.org/0000-0002-9953-4429>

Хамис К. Нурутдинова / Khamis K. Nurutdinova <https://orcid.org/0009-0004-5119-8122>