

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»  
УО «ВГТУ»

УДК 677.11.022.484.4  
Рег. № 20191926



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе  
УО «ВГТУ»

Ванкевич Е. В.

« 3 » сентября 2021 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ЛЬНЯНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(заключительный)

договор с БРФФИ № Т19У-004 от 02.05.2019 г.

Начальник НИЧ

A handwritten signature in blue ink, followed by the date "03.09.21" written in blue ink.

Беликов С. А

Научный руководитель НИР  
к.т.н. доц.

A handwritten signature in blue ink, followed by the date "03.09.21" written in blue ink.

Дягилев А. С.

Витебск, 2021

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель,  
доцент, к.т.н.

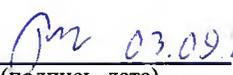
  
3.09.21 А. С. Дягилев  
(подпись, дата) (введение, заключение, разделы 1-6)

Исполнители:

доцент, к.т.н.

  
03.09.21 Н. Н. Самутина  
(подпись, дата) (раздел 5)

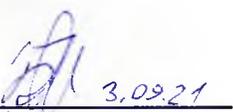
старший преподаватель

  
03.09.21 А. Н. Бизюк  
(подпись, дата) (разделы 2, 4)

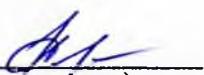
аспирант

  
03.09.21 Н. А. Замотин  
(подпись, дата) (раздел 3)

магистрант

  
3.09.21 Д. И. Быковский  
(подпись, дата) (раздел 1)

Нормоконтроль

  
03.09.21 Н. Н. Самутина  
(подпись, дата)

## РЕФЕРАТ

Отчет 142 с., 1 кн., 54 рис., 11 табл., 60 источн., 1 прил.

### ЛЬНЯНОЕ ВОЛОКНО, ДЛИННОЕ ТРЕПАНОЕ ЛЬНОВОЛОКНО, ЧЕСАНЫЙ ЛЕН В ЛЕНТЕ, ЛЬНЯНОЙ ОЧЕС, ЛЬНЯНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Объект исследования и разработки: льняное волокно. Цель работы: разработка методов оценки и прогнозирования свойств льняных текстильных материалов.

Методы или методология проведения работы: в процессе работы проводилось экспериментальное исследование физико-механических свойств льняных и льносодержащих текстильных материалов с использованием стандартных методов в лабораторных условиях. Для анализа экспериментальных данных использовались методы прикладной математики и математической статистики.

Результаты работы и их новизна:

- новая методика сравнительного анализа физико-механических свойств длинного трепаного льноволокна;
- новая методика оценки и прогнозирования прядильной способности длинного трепаного льноволокна;
- новая методика проектирования свойств однослойного композиционного материала с использованием льняного волокна.

Областью применения результатов является производство льняных и льносодержащих текстильных материалов бытового и технического назначения. Результаты проведенных исследований прошли апробацию в промышленных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат».

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования: в связи с постоянным повышением уровня автоматизации производств текстильной промышленности и увеличением количества накапливаемых данных о свойствах текстильных материалов и сырья статистические методы оценки и прогнозирования физико-механических свойств текстильных материалов будут находить все более широкое распространение.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Физико-механические и качественные характеристик полуфабрикатов прядильного производства .....	8
1.1 Типовые технологические цепочки формирования льняной пряжи .....	8
1.2 Физико-механические свойства и качественные характеристики полуфабрикатов прядильного производства .....	10
1.3 Оценка и прогнозирование физико-механических свойств длинного трепанного льноволокна .....	13
1.4 Оценка качественных характеристик белорусского длинного трепаного льноволокна .....	15
2 Экспериментальное исследование свойств льняных полуфабрикатов прядильного производства с использованием данных, аккумулируемых в информационной системе контроля качества РУПТП «Оршанский льнокомбинат» .....	20
2.1 Исследование физико-механических свойств льняного волокна в процессе чесания .....	20
2.2 Оценка неопределенности при измерении разрывной нагрузки и гибкости длинного трёпаного льноволокна.....	37
3 Методика оценки прядильной способности льняного волокна .....	46
3.1 Разработка методики оценки прядильной способности льняного волокна.....	46
3.2 Валидация методики оценки прядильной способности льняного волокна.....	57
3.3 Программная реализация методики оценки прядильной способности льняного волокна .....	59
4 Разработка метода сравнительного анализа свойств длинного трепаного льноволокна для информационной системы контроля качества.....	60
4.1 Программная реализация разработанную методики сравнительного анализа .....	68
4.2 Сравнительный анализ физико-механических свойств натуральных волокон .....	69
5 Проектирование, оценка и прогнозирование физико-механических свойств льняных текстильных материалов.....	78
5.1 Композиционные материалы, сформированные с использованием льняного волокна.....	78
5.2 Самооптимизирующаяся производственная система подготовки волокнистого продукта для формирования композиционного материала..	90
6 Перспективы дальнейшего развития исследований и практического использования полученных результатов.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ А Листинги программных модулей .....	116

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях жесткой конкуренции на внутреннем и внешних рынках текстильных товаров усиливается значимость контроля качества на всей технологической цепочке производства текстильных материалов. В связи с этим особую практическую значимость для Республики Беларусь имеет контроль и оценка качества тканей, пряжи и полуфабрикатов, вырабатываемых из отечественного льноволокна. Данная научно-исследовательская работа посвящена экспериментальному исследованию прядильной способности длинного трепаного льноволокна.

Числовой характеристикой, отражающей оценку прядильной способности льноволокна, согласно действующим нормативным документам, является показатель под названием «номер» (N). Методика оценки прядильной способности длинного трепаного льноволокна, утвержденная действующим в настоящее время стандартом [1], разрабатывалась более двадцати лет назад во времена СССР. На физико-механические свойства длинного трепаного льноволокна влияет большое количество техногенных и других факторов, изменившихся за прошедшие годы: культивируются новые сорта льна, используются новые виды химикатов и удобрений, развивается механизация уборки льна и т.д. В связи с этим актуальной является задача исследования реальных статистических данных переработки длинного трепаного льноволокна в производственных условиях крупнейшего в Республике Беларусь и Восточной Европе льно-перерабатывающего предприятия.

РУПТП «Оршанский льнокомбинат» является системообразующим предприятием льно-перерабатывающей отрасли Республики Беларусь и основным переработчиком длинного трепаного льноволокна, производимого в Республике. В связи с этим в его лабораториях накапливается большое количество данных лабораторных исследований физико-механических

свойствах волокон и материалов, а накапливаемые данные могут в целом характеризовать длинное трепаное льноволокно, производимое льнозаводами Республики Беларусь.

Для выполнения научно-исследовательской работы необходимо:

- разработать и внедрить в производственных условиях РУПП «Оршанский льнокомбинат» информационную систему контроля качества длинного трепаного льноволокна, с целью накопления и оперативного анализа физико-механических свойств перерабатываемого льноволокна необходимо;
- провести анализ методик оценки прядильной способности длинного трепаного льноволокна, применяемых на сегодняшний день в различных странах мира;
- на основе накопленной статистической информации о результатах переработки длинного трепаного льноволокна разработать новую методику оценки качественных характеристик длинного трепаного льна, соответствующей современным мировым требованиям.

Качество льна зависит от многих факторов, среди которых селекционный сорт, технологии его агропроизводства и первичной обработки. Сознательное управление этими факторами для получения требуемого конечного результата невозможно без использования эффективных методов контроля и учета свойств, определяющих технологическую ценность стеблей и волокна.

Необходимость совершенствования методов оценки качества льна является актуальной научно-технической задачей и призвана решить вопросы, связанные с единством методов контроля качественных параметров льна, начиная от этапов создания селекционного сорта до поставки волокна на льнокомбинаты и получения пряжи. В условиях текстильного производства приобрели важность вопросы создания систем контроля параметров качества льноматериалов для оптимизации технологических

процессов переработки, организации технологических аудитов, а также сертификации продукции и применяемых в льняном комплексе технологий.

Действующие в настоящее время системы квалиметрии, обладают многими недостатками. К ним, в первую очередь, следует отнести пониженную точность методов. Поэтому получаемые результаты не всегда объективно характеризуют технологическую ценность стеблей и волокна. Используемые методы оценки качества продукции не имеют единой основы, а это приводит к справедливой критике со стороны сельскохозяйственных предприятий и промышленности. В большинстве случаев не учитывается неоднородность материала, не обеспечивается требуемая взаимосвязь получаемых оценок с эксплуатационными свойствами волокна. Справедливы замечания по размеру градации сорто-номерного ряда и способам формирования проб для проведения анализов. Требуется также сокращение продолжительности анализов.

Таким образом, разработка более совершенных методов оценки качества льняного волокна, а также расширение вопросов его стандартизации приобретает важное значение для льноперерабатывающего комплекса РБ. Это полностью согласуется с основными направлениями по развитию льноперерабатывающей отрасли республики и позволит развить экспортный потенциал страны, повысить качество льняной продукции, как важнейшего сырья для текстильной промышленности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТБ 1195-2008 Волокно льняное трепаное длинное. Введ. 2008-04-30. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь 2008. – 30 с. Busmann, S. Self-Organizing Manufacturing Control: An Industrial Application of Agent Technology / S. Busmann, K. Schild // Proceedings Fourth International Conference on MultiAgent Systems. – 2000.
2. Дягилев, А. С. Информационная система контроля качества льноволокна / А. С. Дягилев, А. Н. Бизюк // Материалы докладов 47 международной научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ». – Витебск, 2014. – С. 222–224.
3. Киприна Л.Ю. Предпосылки к использованию CALS-технологий в системе управления качеством на предприятиях текстильной промышленности // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, No 5 С. 5-7.
4. Дягилев, А. С. Основные проблемы и перспективные вопросы развития легкой и текстильной промышленности / А. С. Дягилев, Н. Н. Самутина // Международная научно-техническая конференция «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ-2018) : сборник материалов, Москва, 14-15 ноября 2018 г. : в 2 ч. / РГУ им. А. Н. Косыгина. – Москва, 2018. – Ч. 2. – С. 34–36.
5. ГОСТ 10330-76 Лен трепаный. Введ. 1989-01-01. – Москва : Издательство стандартов 1989. – 23 с.
6. СТБ 2064-2010. Лен чесаный. Технические условия. Введ. 2010-05-20. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь 2010. – 20 с.
7. ТУ РБ 00311852.067-97 Очес льняной. Введ. 2013-02-22. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь 2012. – 29 с.
8. Dyagilev, A. Information system of longs cutched flax quality control / A. Dyagilev, A. Biziuk // Education and science in the 21st centuru : articles of

Institution Scientific Practical Conference, March 25, 2015 / Vitebsk State Technological University. – Vitebsk, 2015. – P. 27–29.

9. Дягилев, А. С. Исследование качественных характеристик белорусского длинного трепаного льноволокна урожая 2013 года / А. С. Дягилев, А. Н. Бизюк, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – Вып. 27. – С. 31–37.
10. Дягилев, А. С. Статистический анализ свойств длинного трепаного льноволокна при входном контроле качества / А. С. Дягилев, А. Н. Бизюк, А. Г. Коган // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности : материалы докладов международной научно-технической конференции, 26–27 ноября 2014 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2014. – С. 37–38.
11. Information system for linen yarn quality control / A. Dyagilev [and other] // Education and science in the 21st century : articles of the International Scientific and Practical Conference, October 27, 2016 / Vitebsk State Technological University. – Vitebsk, 2016. – P. 8–19.
12. Дягилев, А. С. Исследование и моделирование физико-механических свойств волокон котонизированного льна / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 2 (356). – С. 37–41.
13. Дягилев, А. С. Исследование и моделирование физико-механических свойств волокон котонизированного льна / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2015. № 2 (356). С. 37–42.
14. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
15. Руководство по выражению неопределенности измерения. — СПб.: ГП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева», 1999. - 134 с.

16. Дягилев, А. С. Производственный контроль качества длинного трепаного льноволокна / А. С. Дягилев, А. Н. Бизюк, А. Г. Коган // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 2015. – № 2. – С. 59–62.
17. Отраслевые нормы и нормативы расхода льняного сырья (смеси его с химическими волокнами) в прядении, расхода пряжи на производство ниток и крученой пряжи, отходов в ткачестве и отделке льняных (смешанных) тканей / Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие “Центр научных исследований легкой промышленности” РУП “Центр научных исследований легкой промышленности” - Минск, 2011. – 29 с.
18. Дягилев, А. С. Экспресс-оценка прядильной способности длинного трепаного льноволокна / А. С. Дягилев, А. Н. Бизюк, А. Г. Коган // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018. – № 6 (378). – С. 48–51.
19. Эфрон, Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. - М.: Финансы и статистика, 1988. - 263 с.
20. Дягилев, А.С. Методы и средства исследований технологических процессов: учебное пособие для студентов вузов по специальности "Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов" / Дягилев А.С., Коган А.Г. ; Витебский государственный технологический университет. - Витебск : ВГТУ, 2012. - 206 с.
21. Comparative analysis of flax fiber properties = Сравнительный анализ свойств льняного волокна / А. С. Дягилев [и др.] // Education and science in the 21st century : articles of the International Scientific and Practical Conference, Vitebsk, October 31, 2017 / Vitebsk State Technological University. – Vitebsk, 2017. – P. 28–29.
22. Improving the competitiveness of textiles = Улучшение конкурентоспособности текстильных изделий / А. С. Дягилев [и др.] // Education and science in the 21st century : articles of the International

Scientific and Practical Conference, Vitebsk, October 31, 2017 / Vitebsk State Technological University. – Vitebsk, 2017. – P. 29–31.

23. Дягилев, А. С. Оперативный контроль качества длинного трепаного льноволокна в промышленных условиях / А. С. Дягилев, А. Н. Бизюк, А. Г. Коган // Сборник тезисов докладов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии развития текстильной и легкой промышленности», 21–22 октября 2014 г. / ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)». – Москва, 2014. – С. 10–11.
24. Дягилев, А. С. Особливості порівняльного аналізу якісних характеристик лляних волокон / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Інженерія та технології: наука, освіта, виробництво», Луцьк 15-16 листопада 2018 р. / Луцький НТУ. – Луцьк, 2018. – С. 77–78.
25. Belarus is in the final phase of entering the WTO [Электронный ресурс] ; 2019. – Режим доступа : <http://www.by.undp.org/content/belarus/en/home/presscenter/speeches/2018/1.html>
26. USTER LABORATORY SYSTEMS APPLICATION REPORT Description of all quality parameters measured by Uster Technologies fiber and yarn testing equipment / [http://www.uster.com/fileadmin/customer/Knowledge/Textile\\_Know\\_How/Yarn\\_testing/U\\_LabSystems\\_Description\\_of\\_al\\_quality.pdf](http://www.uster.com/fileadmin/customer/Knowledge/Textile_Know_How/Yarn_testing/U_LabSystems_Description_of_al_quality.pdf)
27. Дягилев, А. С. Построение информационной системы для контроля качества длинного трепаного льноволокна / А. С. Дягилев, А. Н. Бизюк, А. Г. Коган // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 1 (361). – С. 51–54.
28. Реймер, В. Оценка прочности композиционных материалов, армированных плетеной преформой / В. Реймер, А.С. Дягилев, Л.

- Либенштунд, А.А. Кузнецов, Т. Грис // Химические волокна. – № 6. – 2018. – С. 61–65.
29. Reimer, V. Estimation of Strength of Composites Reinforced with Woven Preform / V. Reimer, A.S. Dyagilev, L. Liebenstund, A.A. Kuznetsov, T. Gries // *Fibre Chemistry*. – 2019. – Т. 50. – № 6. – С. 538–542.
30. Ramesh M., Experimental Investigation of Mechanical and Morphological Properties of Flax-Glass Fiber Reinforced Hybrid Composite using Finite Element Analysis / Ramesh, M., Sudharsan, P // *Silicon* №10, 2018. – С. 747–757. <https://doi.org/10.1007/s12633-016-9526-5>
31. Silverman, B.W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman & Hall/CRC. pp. 7–11.
32. Zaida Ortega, Banana Fiber Processing for the Production of Technical Textiles to Reinforce Polymeric Matrices / Zaida Ortega и др. // *Sustainable Design and Manufacturing*, 2017. – С. 452–459.
33. Deepa B. , Extraction and Characterization of Cellulose Nanofibers from Banana Plant / B. Deepa и др. // *Handbook of Polymer Nanocomposites. Processing, Performance and Application*, 2014. – С. 65–80.
34. Сравнительный анализ прочностных характеристик волокон льна масличного и коротких волокон льна-долгунца / А. С. Дягилев [и др.] // *Материалы докладов 50-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной Году науки* : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2017. – Т. 2. – С. 291–293.
35. Сравнительный анализ разрывной нагрузки и гибкости длинного трепаного льноволокна и бананового волокна / А. С. Дягилев [и др.] // *Сборник научных трудов, посвященный 75-летию кафедры Материаловедения и товарной экспертизы / РГУ им. А.Н. Косыгина*. – Москва, 2019. – С. 184–188.
36. Сравнительный анализ свойств волокон льна масличного и коротких волокон льна-долгунца / А. С. Дягилев [и др.] // *Известия вузов. Технология легкой промышленности*. – 2017. – № 2. – С. 54–58.

37. Дягилев, А. С. Сравнительный анализ физико-механических свойств длинного трепаного льноволокна / А. С. Дягилев, А. Н. Бизюк, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2016. – Выпуск 30. – С. 12–20.
38. Композиційні матеріали на основі використання льняного волокна / А. С. Дягилев [и др.] // Збірник наукових праць VI Міжнародної науково-технічної конференції з проблем вищої освіти і науки ТК-2020 «Прогресивні напрямки розвитку технологічних комплексів», Луцьк, 2–4 червня 2020 р. / Луцький НТУ. – Витебск, 2020. – С. 128.
39. Многослойные композиционные материалы, сформированные с использованием льняного волокна / А. С. Дягилев [и др.] // Материалы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – Т. 2. – С. 362–364.
40. Brüll, R. Entwicklung und wirtschaftliche Herstellung von vollständig biobasierten Verbundwerkstoffen für die Anwendung in Strukturbauteilen / R. Brüll, M. Wischnowski, G. Seide, T. Gries // Report Kunststoffland NRW, Issue 1. – 2017. – PP. 18-19.
41. Reimer, V. Effect of vibration mechanism operating conditions on the structure of a braided preform / V. Reimer, A. Dyagilev, T. Gries // Fibre Chemistry. – 2018. – Т. 49, № 5. – P. 330 – 333.
42. Zimniewska, M. Linen Fibres Based Reinforcements for Laminated Composites / M. Zimniewska et al. // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. – 2014. – № 22. – С. 103–105.
43. Park, G. Structural design and test of automobile bonnet with natural flax composite through impact damage analysis / G. Park, H. Park // Composite Structures. – 2018. – № 184. – С. 800–806.
44. Composite materials reinforced with braided preforms / A. Dyagilev [it al.] // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: сборник научных статей / УО «ВГТУ». – Витебск, 2018. – С. 95–96.

45. Композиционные материалы, армированные плетеной преформой / А. С. Дягилев [и др.] // Международная научно-техническая конференция «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ-2018) : сборник материалов, Москва, 14–15 ноября 2018 г. : в 2 ч. / РГУ им. А. Н. Косыгина. – Москва, 2018. – Ч. 2. – С. 40–43.
46. Статистический анализ взаимосвязей физико-механических свойств льняного волокна / А. С. Дягилев [и др.] // Материалы докладов 53-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2020. – Т. 2. – С. 319–320.
47. Pavithran, C. Impact properties of natural fibre composites / C. Pavithran [и др.] // Journal of Materials Science Letters. – 1987. – № 8. – С. 882–884.
48. Исследование жесткости при статическом изгибе композиционных материалов, сформированных с использованием льняного волокна / А. С. Дягилев [и др.] // Материалы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – Т. 2. – С. 7–10.
49. Klocke, F. Self-optimizing production technologies in: Integrative Production Technology. Theory and Applications / F. Klocke, D. Abel, T. Gries et al. // Springer. – 2017. – PP. 745-875.
50. Проектирование композиционных материалов на основе использования натуральных волокон / А. С. Дягилев [и др.] // Сборник научных трудов, посвященный 75-летию кафедры Материаловедения и товарной экспертизы / РГУ им. А.Н. Косыгина. – Москва, 2019. – С. 126–128.
51. Wagenführ, A. A Lightweight Natural Fibre Composite Construction / A. Wagenführ // Lightweight Design worldwide. – 2017. – № 10. – С. 3.
52. Оценка и прогнозирование физико-механических свойств композиционного материала, используемого для изготовления обувной полустельки / А. С. Дягилев [и др.] // Химические волокна. – 2020. – № 1. – С. 35–39.

53. Permin, E. Self-optimizing production systems / E. Permin et al. // *Procedia CIRP*. – 2016. – С. 417–422.
54. Reimer, V. Effect of Vibration Mechanism Operating Conditions on the Structure of a Braided Preform / V. Reimer, A. S. Dyagilev, T. Gries // *Fibre Chemistry*. – 2018. – Т. 49. – № 5. – С. 330-333.
55. Reimer, V.: Regelung und Selbstoptimierung in einem Umflechtprozess / Reimer, V. // *Textiltechnik/Textile Technology*. – 2019.
56. Indira K.N., Viscoelastic Behaviour of Untreated and Chemically Treated Banana Fiber/PF composites/ Indira, K.N., Jyotishkumar, P. & Thomas, S. // *Fibers Polym* №15, 2014. – С. 91–100. <https://doi.org/10.1007/s12221-014-0091-5>
57. Оценка прочности композиционных материалов, армированных плетеной преформой / А. С. Дягилев [и др.] // *Химические волокна*. – 2018. – № 6. – С. 61–65.
58. Официальный сайт РУПТП «Оршанский льнокомбинат» [Электронный ресурс] ; 2019. – Режим доступа : <https://linenmill.by/predpriyatie-segodnya/>
59. Preparation of flax fiber for the production of composite material / Andrey Dyagilev [и др.] // *Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности : Материалы Международной научно-технической конференции, Витебск, 13-14 ноября 2019 г. / УО «ВГТУ»*. — Витебск, 2019. — С. 20-22.
60. Salit, M. S. *Tropical Natural Fibre Composites* / M. S. Salit. – Springer Science+Business Media Singapore, 2014.