

## СОДЕРЖАНИЕ

### СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

**Н. В. Переборова**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_1

МЕТОДЫ ЦИФРОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В статье рассматриваются методы цифрового прогнозирования деформационных и релаксационных процессов полимерных текстильных материалов. Основу такого прогнозирования составляют математические модели соответствующих эксплуатационных процессов любой степени сложности - от процессов простой релаксации и простой ползучести до сложных деформационно-восстановительных процессов.*

**Ключевые слова:** цифровое прогнозирование, полимерные текстильные материалы, деформационные процессы, релаксационные процессы

**В. И. Вагнер, С. В. Киселев, А. А. Козлов, И. М. Егоров**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_2

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В статье рассматривается вариант математического моделирования эксплуатационных процессов полимерных текстильных материалов, на основе которого можно проводить прогнозирование указанных процессов этих материалов любой степени сложности - от процессов простой релаксации и простой ползучести до сложных деформационно-восстановительных процессов и процессов обратной релаксации с чередованием нагрузки и разгрузений.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, прогнозирование, деформационные режимы эксплуатации, полимерные текстильные материалы.

**А. Г. Макаров, А. В. Демидов**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_3

МЕТОДЫ ЦИФРОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УПРУГОЙ, ВЯЗКОУПРУГОЙ И ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В статье предложен метод определения упругих, вязкоупругих и пластических компонент деформации полимерных текстильных материалов. Разложение полной деформации на компоненты производится на основе цифрового прогнозирования процессу равномерного растяжения указанных материалов. Знание упругих, вязкоупругих и пластических компонент деформации полимерных текстильных материалов имеет особое значение при проектировании различного рода изделий требуемой функциональности.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, цифровое прогнозирование, полимерные текстильные материалы, деформационные свойства, упругость, вязкоупругость, пластичность.

## МАШИНЫ, АГРЕГАТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

**С. В. Киселев, А. А. Козлов**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_4

### МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Рассматриваются вопросы компьютерного прогнозирования деформационных режимов эксплуатации геотекстильных нетканых материалов, включая сложные деформационно-восстановительные режимы. В основе математической модели деформационно-эксплуатационных процессов геотекстильных нетканых материалов лежит спектрально-временная теория вязкоупругости. Практическое использование методов достоверного прогнозирования деформационно-эксплуатационных процессов геотекстильных нетканых материалов упрощается их цифровизацией.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, прогнозирование, геотекстильные нетканые материалы, деформационные процессы, восстановительные процессы.

**Н. В. Рокотов, О. В. Томилова, А. В. Марковец, А. А. Пономарь**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_5

### РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ НАМОТОЧНОГО ИЗДЕЛИЯ

*Представлены результаты компьютерного моделирования намоточного изделия, созданного на основе пучка плоских сечений, проходящих через ось паковки и объединенных в 3D-модель. Представлен алгоритм моделирования и методы оптимизации 3D-модели.*

**Ключевые слова:** трехмерная модель намотки, компьютерное моделирование, намоточное изделие, экспериментальный образец.

**М. В. Степанов, А. А. Дж. К. Махди Хамдан, А. Г. Усов**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_6

### МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНОГО ИЗГИБА ЛОСКУТА ТКАНИ, ЗАХВАЧЕННОГО ВАКУУМНЫМ ПРИСОСОМ

*Статья посвящена проблеме манипуляции с лоскутами ткани в процессе их перемещений к рабочим органам технологических машин. Рассматривается лоскут, втянутый в вакуумную воронку и обжатый ею. Описан метод компьютерного исследования равновесных многоскладчатых форм изгиба упругих лоскутов, наблюдаемых в экспериментах, и способ оценки параметров работы вакуумного насоса.*

**Ключевые слова:** гибкий лоскут ткани, вакуумная воронка, сложная коническая форма изгиба лоскута, имитация вакуумного устройства

**О. М. Шеметова, Ю. М. Фадин**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_7

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ ПНЕВМОСМЕСИТЕЛЯ

*В статье рассматривается новая конструкция пневмосмесителя, которая позволяет обеспечивать интенсивное смешивание материалов, что ведет к увеличению степени однородности и соответственно к повышению качества готового продукта. Движение воздушной среды в камере смешения зависит от регулируемых параметров системы (входных параметров), к которым относится скорость истечения сжатого воздуха, концентрация материала. Для контроля процесса смешения в пневмосмесителе рассмотрено движение воздушной среды в цилиндрической камере.*

*Получены уравнения, определяющие компоненты вектора скорости воздушного потока в зависимости от геометрии цилиндрической камеры смесителя. В ходе описания процесса смешения в камере смесителя было сделано допущение, что качество отдельных компонентов, поступающих из питателей, является постоянной величиной, что в свою очередь является причиной отсутствия воздействия возмущающих параметров. Основываясь на полученных данных в зависимости от размеров камеры, можно определить рациональные параметры расхода энергоносителя для определения поля скоростей воздушного потока в цилиндрической камере смесителя, от которого будет зависеть степень однородности пылегазовой смеси.*

**Ключевые слова:** пневмосмеситель, движение воздушной среды, концентрация материала, сжатый воздух, объемный расход энергоносителя, размеры камеры, сухие строительные смеси.

**И. Е. Меняйло, В. В. Сигачева, М. В. Андреев**

*DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_8*

#### ИНФОРМАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТКАЦКОГО СТАНКА СО СПЕКТРАЛЬНЫМ АНАЛИЗОМ 3 D УСКОРЕНИЙ

*Разработано устройство диагностирования ткацкого станка, осуществляющее сбор данных с датчиков ускорений, измерение ускорения по трем осям X, Y, Z, обработку данных, архивирование и передачу данных на автоматизированное рабочее место. На автоматизированном рабочем месте осуществляется отображение параметров ускорения в табличном и графическом виде в режиме реального времени. Также, производится анализ полученных сигналов по графической информации и выполняется спектральный анализ 3 D ускорений для определения диагностических параметров технического состояния механизмов.*

**Ключевые слова:** диагностика технического состояния, ткацкий станок, контроллер, датчик ускорения, передача данных, спектральный анализ, диагностические параметры, автоматизированное рабочее место.

**А. Ю. Атаева, Г.И. Свердлик, Д.А. Камболов, А.Р. Атаев**

*DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_9*

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ КАНАЛОВ КОЛПАЧКОВ НА ПРОЦЕССЫ БАРБОТАЖА В СТРУЙНОМ БАРБОТЕРЕ

*Статья посвящена изучению вопросов применения направляющих каналов в процессах барботажа в струйном барботере. Описана конструкция экспериментальной установки, представляющая фрагмент пылегазоуловителя с промышленными размерами колпачков. Приведены результаты теоретического анализа поведения пузырька при перемещении в газозоудной смеси. Рассмотрена зависимость проведенных опытов на установке по барботажу. По результатам предварительных испытаний обоснованы особенности использования направляющих каналов для создания соударения струй для реализации в проектируемом пылеуловителе нового принципа действия для расширения диапазона улавливаемых твердых частиц, включая наночастицы.*

**Ключевые слова:** струйный барботер, пузырьки, мокрые пылеуловители, колпачки, наночастицы.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ. СТАНДАРТИЗАЦИЯ.  
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**Е. А. Агеева, Д. А. Овсянников, А. С. Горшков**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_10

**КРИТЕРИИ ОКУПАЕМОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА  
ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*В статье представлен обзор критериев экономической эффективности и окупаемости инвестиций в энергосбережение. Показаны преимущества и недостатки рассмотренных критериев. Описаны примеры реализации энергосберегающих проектов с оценкой их экономической эффективности.*

**Ключевые слова:** текстильная и легкая промышленность, промышленное предприятие, потребление энергетических ресурсов, себестоимость выпускаемой продукции, энергоёмкость промышленных предприятий, энергосбережение, энергетическая эффективность, инвестиции, срок окупаемости инвестиций, дисконтированный срок окупаемости инвестиций, коэффициент эффективности инвестиций, чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности инвестиций, внутренняя норма рентабельности.

**Д. А. Радушинский, А. И. Радушинская**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_11

**О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЕКТА МОРСКОГО КРУИЗНОГО  
ЦЕНТРА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

*Статья посвящена актуализации требований к системе управления качеством реализации проекта морского круизного центра в Санкт-Петербурге, исходя из текущих особенностей и перспективных изменений в составе целевой аудитории проекта и других факторов влияния. В рамках формирования основ системы менеджмента качества (СМК) при анализе рисков и возможностей проекта были выявлены такие влияющие факторы, как: увеличение численности целевых аудиторий проекта из ряда азиатских стран; необходимость формирования механизмов межкультурного обмена между новыми сегментами целевой аудитории российских и азиатских туристов на фоне сокращения численности «традиционных» целевых аудиторий; целесообразность учёта и применения перспективных требований к энергосбережению и использованию возобновляемых источников энергии; другие факторы. Результаты исследования могут быть использованы при формировании СМК морского круизного центра в Санкт-Петербурге, а также при реализации проектов в туристической индустрии, нацеленных на взаимодействие целевых аудиторий российских и азиатских туристов. Результаты исследования могут быть использованы для модернизации требований к СМК компаний-операторов внутренних круизов по рекам и озёрам России.*

**Ключевые слова:** управление качеством, система менеджмента качества (СМК), риски и возможности при формировании СМК, морской круизный центр в Санкт-Петербурге.

**М. Б. Суханов**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_12

**КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В РОССИЙСКОЙ  
ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*В данной статье с помощью кластерного анализа крупнейшие инвестиционные проекты Российской легкой промышленности в 2013-2022 годах сгруппированы в три группы, каждая из которых однородна по таким показателям как сумма,*

длительность и год начала проекта. В результате этого все проекты были классифицированы по сумме инвестиций на очень крупные, крупные и средние.

Для каждой из сформированных групп выявлены характерные особенности. Полученные результаты целесообразно учитывать при планировании новых проектов по организации производств в легкой промышленности.

**Ключевые слова:** организация производства, управление проектами, анализ данных, стандартизация, иерархическая кластеризация, агломеративная стратегия

**К. В. Кайшева, А. И. Богданов**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_13

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОВМЕСТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА, ЦЕНЫ И ЗАТРАТ НА МАРКЕТИНГ НОВОГО ТОВАРА

Предложена математическая модель совместной оптимизации качества, цены и затрат на маркетинг нового товара по критерию максимизации прибыли от его продаж, получены аналитические выражения для определения оптимального качества, цены и маркетинговых затрат. Приведен пример решения задачи на данных предприятия легкой промышленности.

**Ключевые слова:** оптимизация, прибыль, цена, качество, затраты на маркетинг.

**Р. А. Горшков, П. П. Рымкевич**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_14

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ГРУНТА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В статье приведена модель использования возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов на предприятиях текстильной и легкой промышленности. Показана схема гибридной теплонасосной установки. Приведена методика расчета затрат тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения в административном здании. Даны формулы расчета экономии тепловой энергии и денежных потоков, достигаемых в результате использования на промышленном предприятии теплонасосной установки.

**Ключевые слова:** текстильная и легкая промышленность, промышленное предприятие, потребление энергетических ресурсов, себестоимость выпускаемой продукции, энергоемкость промышленных предприятий, энергосбережение, энергетическая эффективность, горячее водоснабжение, теплота грунта, тепловой насос.

**Л. Н. Никитина, Е. А. Крайкина, П. А. Шиков, Н. М. Касумова, А. Н. Саламатова, Т. А. Флягина**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_15

#### ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН – ВАЖНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Основной целью данного исследования является установление влияния структуры баланса предприятий текстильной и химической промышленности на эффективность их деятельности. В соответствии с поставленной целью были проанализированы бухгалтерские балансы и формы финансовой отчетности ведущих предприятий текстильной и химической промышленности по федеральным округам.

**Ключевые слова:** текстильная промышленность, химические волокна, федеральные округа, оборотные активы, внеоборотные активы, прибыль, выручка, корреляция.

## ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ

**Н. П. Мидуков, М. А. Литвинов, Т. И. Ефремов, В. С. Куров**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_16

### ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ БУМАГИ И КАРТОНА С ПОМОЩЬЮ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Статья посвящена современному состоянию развития научного направления по разработке 3D-микроструктуры волокнистых материалов. Дается информация о наиболее современных разработках известных научных центров в мире, занимающихся изучением микроструктуры бумаги и картона. Благодаря критическому анализу статей, опубликованных по данной теме, авторы приходят к новому решению, позволяющему разработать 3D-микроструктуру волокнистого материала. Разработка позволяет достоверно оценить объём и активную поверхность целлюлозного волокна, основы для бумаги и картона. Разработанный алгоритмом создания 3D-модели волокна будет основой для 3D-моделирования волокнистой микроструктуры бумаги и картона.*

**Ключевые слова:** волокнистый материал, бумага, картон, микроструктура, 3D-моделирование волокон.

**И. В. Поротикова, М. Б. Кириллова**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_17

### ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ 3D-СКАНИРОВАНИЯ ДЕТАЛИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

*В статье представлены основные этапы построения 3D-модели детали сложной формы в графической программе и с помощью 3D-сканнера. В качестве примера была создана 3D-модель с помощью лазерного 3D-сканнера и в графической программе, работающей в векторном формате. Созданная в графической программе 3d-модель была распечатана с помощью 3D-принтера при этом была достигнута высокая точность в размерах (наибольшее отклонение в размерах не превысило 5 %, для большинства размеров погрешность не превышала 1 %). Затем была создана 3d-модель распечатанной детали с помощью лазерного тригонального сканнера. Результатом 3D-сканирования являлся файл с расширением .stl, который сравнивали с экспортированным из графической программы файлом 3D-модели тоже в SLT формате. В работе представлены результаты сопоставления двух 3D-моделей в программе Inventor, что позволило оценить погрешность 3D-сканирования современного лазерного тригонального сканнера.*

**Ключевые слова:** 3D-моделирование, 3D-сканер, деталь сложной формы.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Д. К. Панкевич**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_18

### КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОДОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ

*Разработаны критерии комплексной оценки водозащитных свойств материалов для одежды. Предложена методика использования новых критериев для сравнительной оценки полноты реализации водозащитной функции материалов и для оценки соответствия материала назначению. Выявлены стадии промокания материалов.*

*Предложены методика и средство определения гидростатического давления промокания и времени наступления четырех стадий промокания материалов. Приведен пример расчета комплексного критерия водозащитных свойств и анализ результатов оценки соответствия материалов назначению.*

**Ключевые слова:** водозащитные материалы, оценка, критерии, методика, давление, стадии промокания.

**А. Г. Макаров, В. И. Вагнер, Н. С. Климова**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_19

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТЬЮ

*Рассматриваются вопросы повышения точности математического моделирования деформационных режимов эксплуатации полимерных текстильных материалов, важные, как с научно-исследовательской, так и с практической стороны, так как это позволяет получить рекомендации по созданию новых перспективных материалов, обладающих заданными функциональными свойствами. В статье рассмотрен метод оптимизации математического моделирования основополагающих деформационно-эксплуатационных режимов полимерных текстильных материалов.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, критерии оптимизации, полимерные текстильные материалы, деформационные свойства, релаксация, ползучесть.

**Н. В. Переборова**

DOI 10.46418/2619-0729\_2022\_3\_20

#### ВАРИАНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕРМОВЯЗКОУПРУГОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМО-ДЕФОРМАЦИОННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛОГИИ

*В статье рассматривается прогнозирование деформационных режимов эксплуатации полимерных текстильных материалов в условиях переменной температуры. Сложность указанного прогнозирования заключается в том, что для математического моделирования деформационных режимов эксплуатации полимерных текстильных материалов в условиях переменной температуры нельзя пользоваться традиционными математическими моделями для изотермических процессов. При составлении математической модели деформационных режимов эксплуатации полимерных текстильных материалов в условиях переменной температуры необходимо в традиционную двумерную математическую модель добавить еще одно измерение, существенно усложняющее такое моделирование. Чтобы избежать усложнения математической модели путем добавления дополнительных переменных, предложено использовать при моделировании термовязкоупругости полимерных текстильных материалов термо-деформационно-временную аналогию, состоятельность которой неочевидна и проверяется лишь экспериментально для каждого материала в отдельности.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, прогнозирование, полимерные текстильные материалы, деформационные режимы эксплуатации, переменная температура.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ