

Поставлена і вирішена задача відшукування явних залежностей якості продукції швейного виробництва від етапу виробництва з розробкою алгоритмів побудови системи визначення загальної якості партії виробів. Виявлено основні типи розподілів показників якості для різних етапів виробництва. Доведено, що для різних етапів вони можуть мати характер нормального, гамма-розподілу і зворотного гамма-розподілу. Зроблено висновок про принципову відмінність обробки результатів показників якості для різних етапів виробництва

Ключові слова: якість продукції, етап виробництва, розподіл параметрів, динаміка зміни, експертна оцінка

Поставлена и решена задача отыскания явных зависимостей качества продукции швейного производства от этапа производства с разработкой алгоритмов построения системы определения общего качества партии изделий. Выявлены основные типы распределений показателей качества для различных этапов производства. Доказано, что для различных этапов они могут иметь характер нормального, гамма-распределения и обратного гамма-распределения. Сделан вывод о принципиальном различии обработки результатов показателей качества для различных этапов производства

Ключевые слова: качество продукции, этап производства, распределение параметров, динамика изменения, экспертная оценка

УДК 658.562
DOI: 10.15587/1729-4061.2015.39948

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА

**Е. Ю. Мураховская -
Печенежская**
Аспирант*

E-mail: Elin-mur@yandex.ru

Н. Л. Рябчиков
Доктор технических наук, профессор*

E-mail: nikolryab@rambler.ru

*Кафедра технологий и дизайна
Украинская инженерно-педагогическая академия
ул. Университетская, 16,
г. Харьков, Украина, 61003

1. Введение

Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [1]. В 1994 термин «качество» был уточнен Международной организацией по стандартизации и из его определения был исключен термин «свойства». Согласно международному стандарту ISO 8402.1994, качество определяется как совокупность характеристик объекта (деятельности или процесса, продукции, услуги и др.), относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности.

В настоящее время понятие качество является определяющим в комплексе показателей, характеризующих конкурентоспособность продукции.

В ряде случаев показатель качества имеет физическую сущность и может быть измерен объективными методами.

В некоторых случаях показатель качества является комплексом, включающим совокупность объективных и субъективных факторов. К таким примерам можно отнести изделия легкой промышленности. Для нее оценка уровня качества готового изделия производится по 40-балльной системе.

На готовые швейные изделия установлены два сорта: I и II.

Наличие дефектов внешнего вида снижает оценку показателей качества одежды путем вычитания

баллов из базового значения снижения оценки. Если образец изделия имеет идеальное качество посадки, то он имеет максимальную оценку балльной шкалы – 40 баллов и относится к I сорта. Исходя из 30 %-ного (для изделий I сорта) или 50 %-ного (для изделий II сорта) уровня положительных ответов экспертов о том, что дефект становится визуально заметным, устанавливаются баллы дифференцированно по сортам с учетом степени проявления дефекта. Так, для изделий I сорта установлено 38–40 баллов, для изделий II сорта – 32–37 баллов.

Оценку качества швейных изделий осуществляют в соответствии с таблицами. Дефекты внешнего вида изделий, не предусмотрены, приравниваются к аналогичным дефектам или не учитываются, если они не ухудшают внешний вид, посадки изделия на фигуре и не влияют на прочность его в носке.

Разброс показателей качества, неизбежный в условиях массового производства, в существующих публикациях, к сожалению, не связывается с самим процессом, мало учитываются условия труда работающих.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В последних публикациях по определению качества швейных изделий особое внимание уделяется оперативности их определения [2].

Определяется, что качество швейного изделия формируется на разных этапах его проектирования и изготовления [3], определяется круг задач обеспече-

ния качества, которые требуют использования новейших трехмерных технологий [4].

Качество швейного изделия, однако, формируется на этапе проектирования моделей одежды [5] и их реального конструирования [6].

В ряде последних работ выдвигается тезис о взаимосвязи конструкторского и технологического проектирования [7, 8], акцентируя внимание на обеспечении параметров качества в процессе подготовки производства [9–10].

В рассмотренных исследованиях степени влияния производственно-технологических факторов на качество швейных изделий [10] рассматриваются ряд факторов воздействия, в частности в некоторых работах [11] больший упор делается на организационные мероприятия, в некоторых работах появляются сведения о влиянии параметров оборудования на качество продукции.

К сожалению, анализ организационных форм обеспечения качества продукции не может быть признан глубоким, не рассмотрены реальные законы распределения показателей качества, не выявлена их связь с процессом производства на различных его стадиях.

3. Цель и задачи исследования

Целью работы является разработка динамической модели определения качества на основе экспертных исследований показателей качества продукции легкой промышленности, учитывая реальные распределения данных показателей на разных этапах технологического процесса.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- разработать порядок проведения эксперимента по определению динамических показателей качества в процессе производства;
- разработать методику определения показателей качества;
- обработать результаты эксперимента по определению показателей качества;
- на основе полученных результатов построить динамическую модель изменения качества в процессе производства.

4. Методы исследования показателей качества изделий на разных этапах производства с применением различных законов распределения

4.1. Порядок проведения эксперимента

Для обоснования методики определения показателей качества был проведен эксперимент по определению качества швейных изделий. Испытание проводилось на швейных предприятиях в процессе производства верхней женской одежды. Исследуемая количество работающих – 100 человек. Количество экспертов – инженерно-технических специалистов производства, преподавателей инженерно-педагогической академии – 15 человек.

Определялось количество баллов, исходя из оценки швейного изделия согласно методике выявления показателей качества швейных изделий.

В процессе исследования были проведены определения качества швейных изделий методом экспертных оценок. При этом для выборочной партии швейной продукции определялось количество баллов качества группой экспертов. Испытания проходили в начале рабочего дня, в середине и в конце для различных групп работающих.

4.2. Методика определения показателей качества серии изделий

Для каждого этапа производства определялось количество баллов, характеризующих качество изделия. Показатели качества делились на группы, согласно которым строились гистограммы. Для полученных гистограмм подбирались законы распределения, адекватность которых проверялась применением параметра Пирсона.

Применялись три вида распределения, которые позже были модифицированы в 3D.

Нормальное распределение математически записывается, как

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

где μ – среднее значение (математическое ожидание), σ – среднеквадратическое отклонение,

График зависимости для нормального распределения имеет вид (рис. 1).

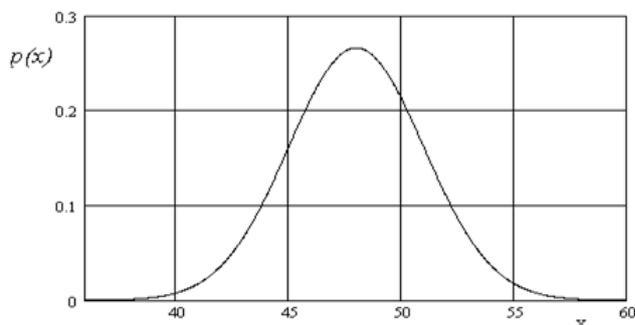


Рис. 1. Нормальное распределение

Основные характеристики гамма распределения определяются таким образом.

Центр распределения (среднее значение) определяется из эксперимента

$$M(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

Дисперсия для ряда испытаний определяется по формуле:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M)^2}{n}.$$

Гамма-распределение имеет вид:

$$p(x) = \begin{cases} 0(x \leq 0), \\ \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x} (x > 0), \end{cases}$$

где $\Gamma(\alpha)$ – гамма – функция, определяется, как:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{\alpha-1} dt.$$

Полная вероятность попадания в промежуток до пределов:

$$F(x) = \begin{cases} 0(x \leq 0), \\ \frac{\Gamma_{\beta x}(\alpha)}{\Gamma(\alpha)}(x > 0), \end{cases}$$

где $\Gamma_{\beta x}(\alpha)$ – неполная гамма-функция, определяется, как:

$$\Gamma_{\beta x}(\alpha) = \int_0^{\beta x} e^{-t} t^{\alpha-1} dt.$$

Для гамма-распределения имеют место зависимости:

$$M(x) = \frac{\alpha}{\beta}, D(x) = \frac{\alpha}{\beta^2}.$$

Откуда можно найти параметры гамма-распределения:

$$\beta = \frac{M}{D}, \alpha = \frac{M^2}{D}.$$

Внешний вид гамма-распределения показан на рис. 2.

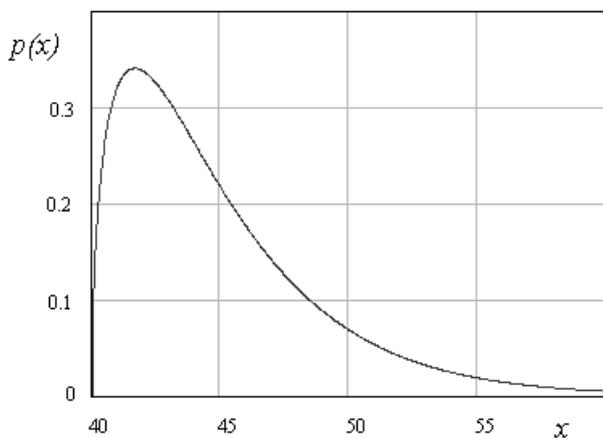


Рис. 2. Гамма-распределение вероятностей

В динамических процессах, к которым, в частности, относится процесс производства, распределение показателей не может быть описано каким-то определенным законом распределения. Как будет показано ниже, на разных стадиях производства законы распределения изменяются, принимая различные формы, описанные в данном разделе.

5. Результаты исследования показателей качества в процессе производства

Распределение количества баллов, полученное во время рабочего дня при использовании современной техники, приведено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение баллов качества во время рабочего дня

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показатель качества	34,4	34,9	35,5	36,0	36,6	37,2	37,7	38,3	39,9	38,5
Количество изделий	1	0	4	12	22	25	18	15	0	3

Используя данные табл. 1, строим гистограмму распределения частот, попадающих в данный интервал показателей качества (рис. 3). Определяем показатели нормального распределения, строим график нормального распределения, сопоставляя гистограмму графику нормального распределения (рис. 4)

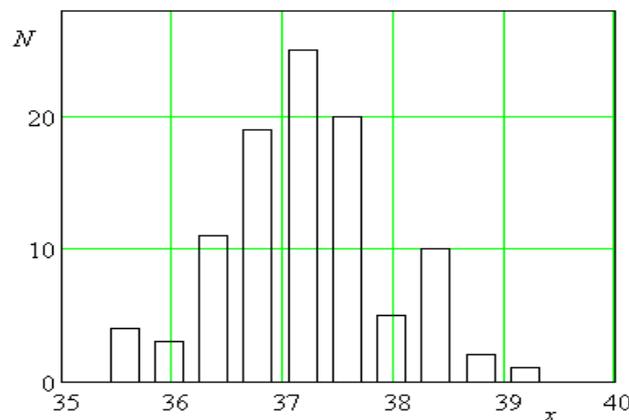


Рис. 3. Гистограмма распределения баллов качества во время рабочего дня

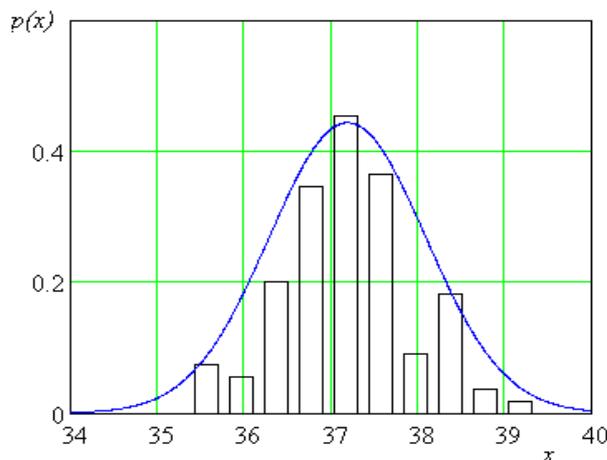


Рис. 4. Сопоставление гистограммы распределения баллов качества во время рабочего дня с нормальным распределением

Используя полученное распределение (рис. 4), можно найти процентное соотношение сортности по-

лученной партии изделий. Графически затемненная область на рис. 5 демонстрирует процентное количество изделий второго сорта. Численно это количество определяется, как интеграл.

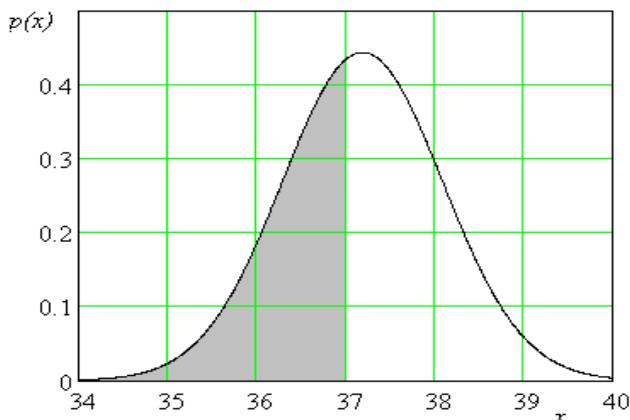


Рис. 5. Определение процента продукции первого сорта

$$W = \int_{37}^{40} p(x) dx = 0,587.$$

Этот результат означает, что 58,7% продукции попадает в первый сорт. Эксперимент был продлен в конце рабочего дня. Результаты попадания количества баллов в разные промежутки показаны в табл. 2.

Таблица 2

Распределение баллов качества конце рабочего дня

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показатель качества	35,3	35,7	36,2	36,5	36,9	37,3	37,7	38,2	38,5	38,9
Количество изделий	1	15	38	50	43	37	26	17	10	5

Визуальный анализ гистограммы распределения частот (рис. 6) демонстрирует заметное отклонение полученных результатов от нормального распределения. Учитывая предыдущие выкладки, попробуем использовать гамма распределения с параметрами $\mu=37,1$, $D=0,81$, $\alpha=5,44$, $\beta=0,81$.

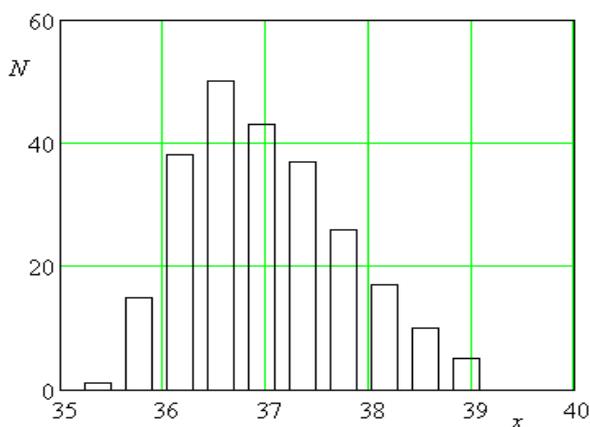


Рис. 6. Гистограмма распределения баллов качества в конце рабочего дня

Подбор вида распределения подтверждает правильность сделанного вывода про соответствие данного процесса гамма-распределению (рис. 7).

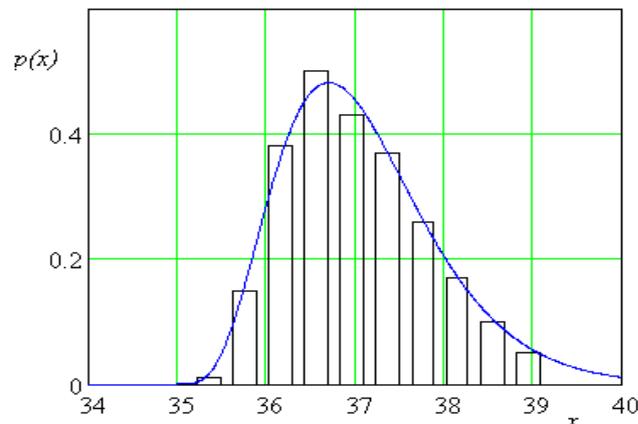


Рис. 7. Сопоставление гистограммы распределения баллов качества с гамма-распределением

Сопоставление полученных зависимостей и проверка адекватности по критерию Пирсона свидетельствует о целесообразности использования гамма распределения при анализе данного процесса. Рис. 8 показывает процент попадания продукции в первый и второй сорт. Площадь заштрихованной области может быть найдена, как интеграл.

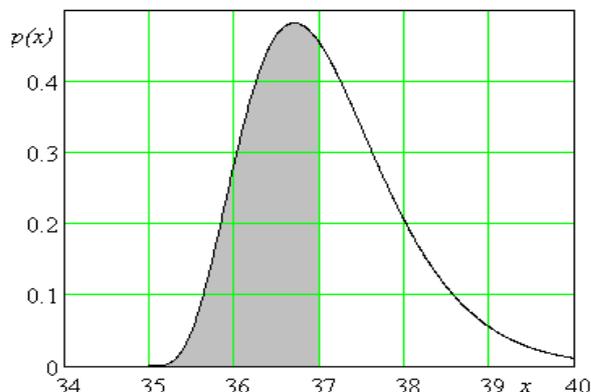


Рис. 8. Определение соотношения I и II сортов при работе в конце рабочего дня

Определение соотношения продукции первого и второго сорта определяется аналогичным образом (рис. 8), учитывая, что подынтегральное выражение представляет из себя гамма-функцию распределения вероятностей.

$$W = \int_{37}^{40} p(x) dx = 0,481.$$

Или 48,1% продукции в этом случае попадает в первый сорт.

Были также проведены измерения сортности изделий для производства в начале рабочего дня. Результаты приведены в табл. 3.

Изображение гистограммы распределений рис. 9 демонстрирует отклонение от обоих рассматриваемых выше непрерывных распределений.

Таблица 3

Распределение баллов качества в начале рабочего дня

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показатель качества	35,4	35,8	36,2	36,7	37,1	37,5	38,1	38,4	38,9	39,3
Количество изделий	1	4	7	13	23	44	48	53	26	6

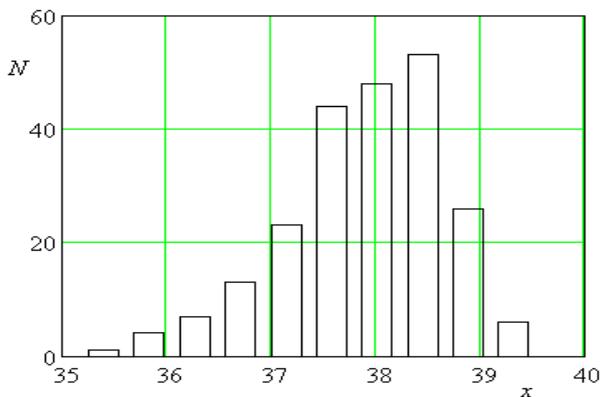


Рис. 9. Гистограмма распределения баллов качества в начале рабочего дня

На рис. 10 показано сопоставление экспериментальной гистограммы распределения показателей качества и предлагаемого обратного гамма-распределения.

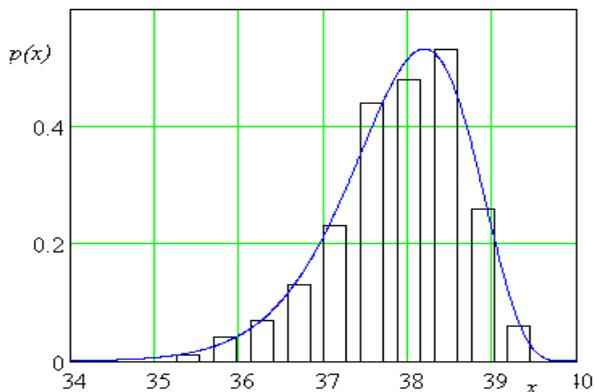


Рис. 10. Сопоставление гистограммы распределения баллов качества при работе на начальных этапах производственного процесса с обратным гамма-распределением

Попробуем использовать обратное гамма распределение в виде:

$$p(x) = \begin{cases} 0 & (x \geq x_{\max}), \\ \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} (x_{\max} - x)^{\alpha-1} e^{-\beta(x_{\max}-x)} & (x < 0), \end{cases}$$

где x_{\max} – максимально возможное количество баллов, в нашем случае 40.

Сопоставление этого распределения с экспериментальным рис. 10, проверка по критерию Пирсона, свидетельствует о достаточно высоком уровне падения.

На рис. 11 показано процентное распределение показателей качества продукции.

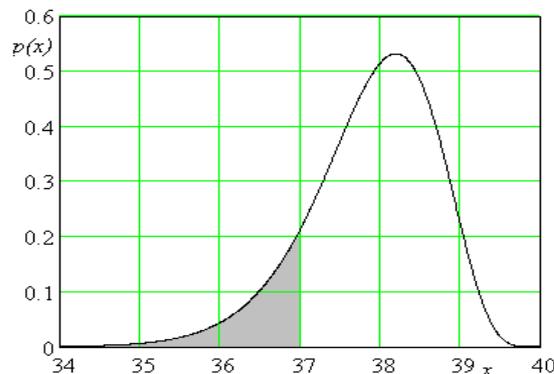


Рис. 11. Соотношение показателей качества продукции на начальных этапах производственного процесса

Соотношение I и II сортов в этом случае определяется аналогично предыдущим случаям (рис. 11), в качестве подынтегральной необходимо принимать обратную гамма функцию распределения. Тогда количество изделий первого сорта:

$$W = \int_{37}^{40} p(x) dx = 0,868 .$$

Или 86,8 % продукции попадает в первого сорта.

6. Обсуждение результатов влияния этапов производственного процесса на качество швейных изделий

Если использовать полученные значения показателей качества и использовать гипотезу о наличии явной связи качества продукции с этапом производства, можно построить экспериментальную зависимость качества продукции от этапа производства. Будем использовать безразмерные показатели времени, за единицу времени примем полный рабочий день. Тогда зависимость показателя качества первого сорта от этапа производства может быть представлено зависимостью, показанной на рис. 12.



Рис. 12. Экспериментальная зависимость уровня качества от этапа производственного процесса

В процессе аппроксимации при использовании метода наименьших квадратов найдена явная зависимость качества от этапа производственного процесса:

$$W = 0,45 + 0,57 \cdot e^{-2,291T^{1,66}}$$

Полученная зависимость является динамической моделью, которая позволяет предсказывать средний показатель качества продукции на различных этапах производства и в дальнейшем разрабатывать организационные подходы улучшения качества продукции в процессе производства.

7. Выводы

В статье решена актуальная задача по разработке динамической модели определения качества на основе экспертных исследований показателей качества продукции легкой промышленности, учитывая реальные

распределения данных показателей на разных этапах технологического процесса.

Впервые на разных стадиях производственного процесса предложены различные распределения показателей качества, что более адекватно соответствует реальному динамическому процессу производства.

На основе этого решена задача отыскания явных зависимостей качества продукции швейного производства от этапа производства с разработкой алгоритмов построения системы определения общего качества партии изделий. Выявлено, что в зависимости от уровня производства показатели качества могут иметь различные законы распределения. Показано, что для различных этапов они могут иметь характер нормального, гамма распределения и обратного гамма распределения. Сделан вывод о принципиальном различии обработки результатов показателей качества для различных уровней этапов производства при использовании различных статистических распределений.

Литература

- ГОСТ Р ИСО 9003-96 Система качества. Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях. Международный стандарт * 9003-94 [Текст] / Введ. 1996-01-01. М: ИПК Издательство стандартов. 1996 – 28 с.
- Шурин, А. В. Разработка способов оперативной оценки конкурентоспособности швейно-трикотажных изделий [Текст] : автореф. дис. ... канд. тех. наук . 05.19.14 / А. В. Шурин. – Московский государственный университет дизайна и технологии, 2008. – 26 с.
- Золотцева, Л. В. Технический регламент формирования качества швейно-трикотажных изделий на операциях пошива [Текст] / Л. В. Золотцева, А. В. Шурин // Вестник МГУДТ. – 2007. – № 10. – С. 25–29.
- Медведева, Т. В. Пути повышения показателей качества одежды в процессе ее проектирования. [Текст] / Т. В. Медведева // Теоретические и прикладные проблемы сервиса. М.; МГУС. – 2004. – № 1. – С. 34–37.
- Медведева, Т. В. Предпосылки автоматизации работ творческого характера в системе 3CAD. [Текст] / Т. В. Медведева // Швейная промышленность. – 1994. – № 5. – С. 15–17.
- Медведева, Т. В. Представление моделей одежды в интерактивном режиме на основе трехмерной базы данных. [Текст] / Т. В. Медведева, И. О. Акрамова, С. В. Петров // Швейная промышленность. – 1993. – № 3. – С. 39–41.
- Савельева, И. Н. Взаимодействие механизмов творчества и методов научного познания в дизайн-проектировании одежды [Текст] / И. Н. Савельева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 4 (140). – С. 123–126.
- Ло, Ю. Исследование закономерностей согласования линий проймы и оката втачных рукавов в женской одежде [Текст] / Л. Юнь, В. Е. Кузьмичев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2009. – № 5 (320). – С. 65–69.
- Хиневич, Р. В. Удосконалення конструкцій одягу на основі геометричних параметрів тіла людини [Текст]: дис. ... канд. техн. наук 05.19.04 / Р. В. Хиневич. – Державна академія легкої промисловості України, 1999 – 186 с.
- Кокорев, А. А. Методы интеграции конструкторского и технологического проектирования [Текст] / А. А. Кокорев, Б. В. Кузьмин, А. Г. Стисес // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. Специальный выпуск: Эффективные методы автоматизации подготовки и планирования производства. – 2012. – С. 15–23.
- Иванов, А. Ю. Технологические методы обеспечения качества изделий [Текст] / А. Ю. Иванов, Д. Б. Леонов // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2011. – № 5 (75). – С. 111–114.