

О целесообразности повторной обработки тканей

Е.А. Рыжкова, А.А. Казначеева

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство) г. Москва*

Аннотация: Контроль ткани в технологической цепочке определяет структуру этой самой цепочки. В статье с помощью вероятностной модели проводится оценка целесообразности повторной обработки ткани в отделочном производстве.

Ключевые слова: ткань, брак, качество, партия, изделие, технологический дефект, повторная обработка, прибыль, потери.

Контроль ткани в технологической цепочке определяет структуру этой самой цепочки. Чем ближе переход к началу технологической цепочки, тем важнее правильная оценка качества продукта на этом переходе.

Предполагаем, что $P_y + P_\delta = 1$, где P_y – вероятность того, что контролируемое изделие будет удовлетворительного качества; P_δ – вероятность того, что данное изделие относится к браку [1,2].

Технологическую операцию будем рассматривать как звено объекта управления, имеющего два выхода: L_y – на передачу продукции для дальнейшей обработки по соответствующей проводке; L_δ – выход производственного брака.

Тогда на дальнейшую обработку поступает объем продукции, равный:

$$L_y = L_0 \cdot [P_y + (1 - P_y) \cdot (1 - P_k)], \quad (1)$$

где L_0 – поток продукции; P_k – вероятность обнаружения каждого из технологических дефектов при выполнении одной технологической операции.

В брак передается:

$$L_\delta = L_0 \cdot P_k \cdot (1 - P_y). \quad (2)$$

Очевидно, что часть бракованных изделий объемом L_n перейдет на следующий переход и стоимость их дальнейшей обработки явится одной из составляющих потерь предприятия и завышения стоимости обработки готовой продукции. Объем этих изделий:

$$L_n = L_0 \cdot (1 - P_y) \cdot (1 - P_k) \quad (3)$$

может быть оценен в каждом конкретном случае.

На рис. 1 представлены результаты моделирования зависимости выхода полотна от вероятности того, что контролируемое изделие будет удовлетворительного качества (слева) и вероятности обнаружения каждого из технологических дефектов при выполнении одной технологической операции (справа).

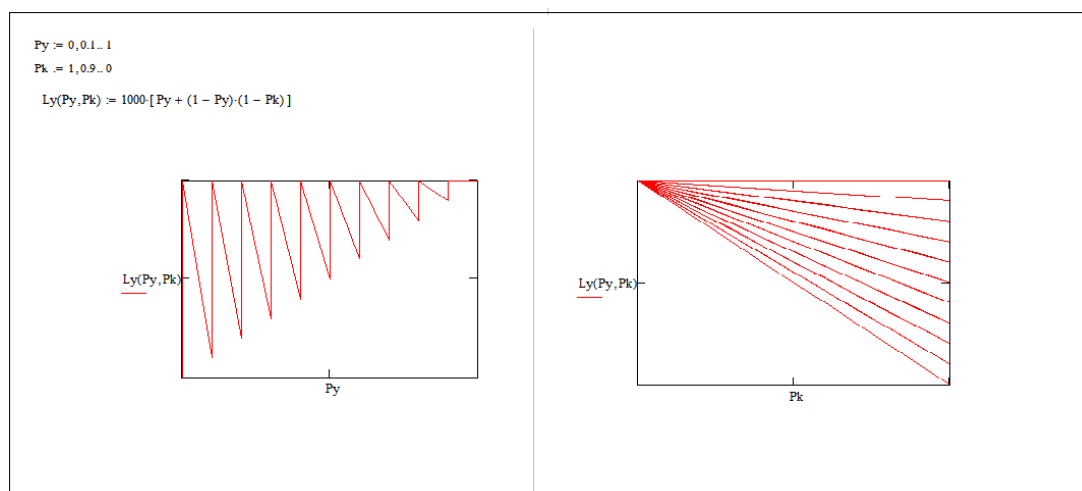


Рис. 1. – Однопараметрические зависимости выхода полотна удовлетворительного качества от вероятности того, что контролируемое изделие будет удовлетворительного качества (слева) и вероятности обнаружения каждого из технологических дефектов при выполнении одной технологической операции (справа)

На рис. 2 результаты моделирования зависимости выхода брака от вероятности того, что контролируемое изделие будет удовлетворительного качества (слева) и вероятности обнаружения каждого из технологических дефектов при выполнении одной технологической операции (справа).

На рис. 3 представлены двухпараметрические зависимости выхода полотна удовлетворительного качества, брака и выхода полотна требующего повторной обработки от вероятности того, что контролируемое изделие будет удовлетворительного качества и вероятности обнаружения каждого из

технологических дефектов при выполнении одной технологической операции.

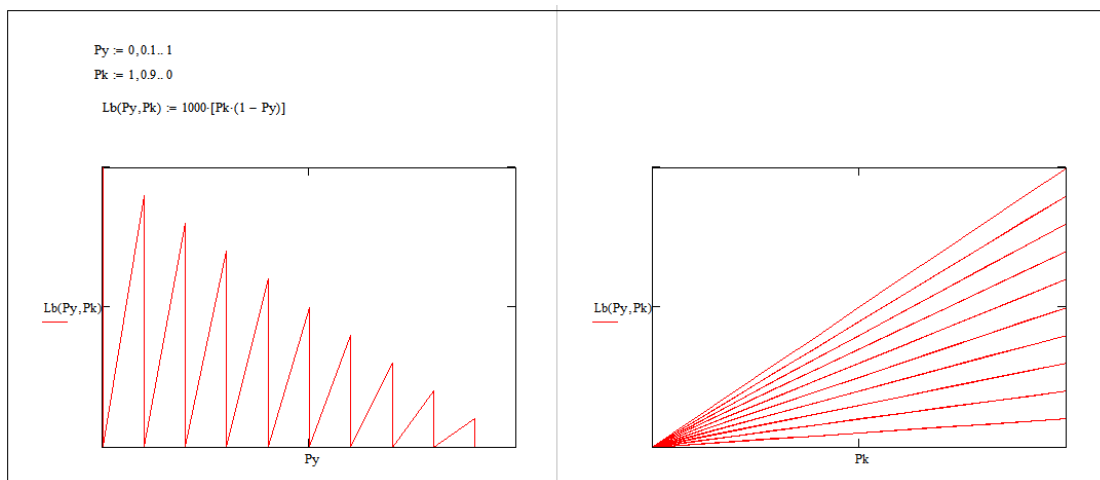


Рис. 2. – Однопараметрические зависимости выхода брака от вероятности того, что контролируемое изделие будет удовлетворительного качества (слева) и вероятности обнаружения каждого из технологических дефектов при выполнении одной технологической операции (справа)

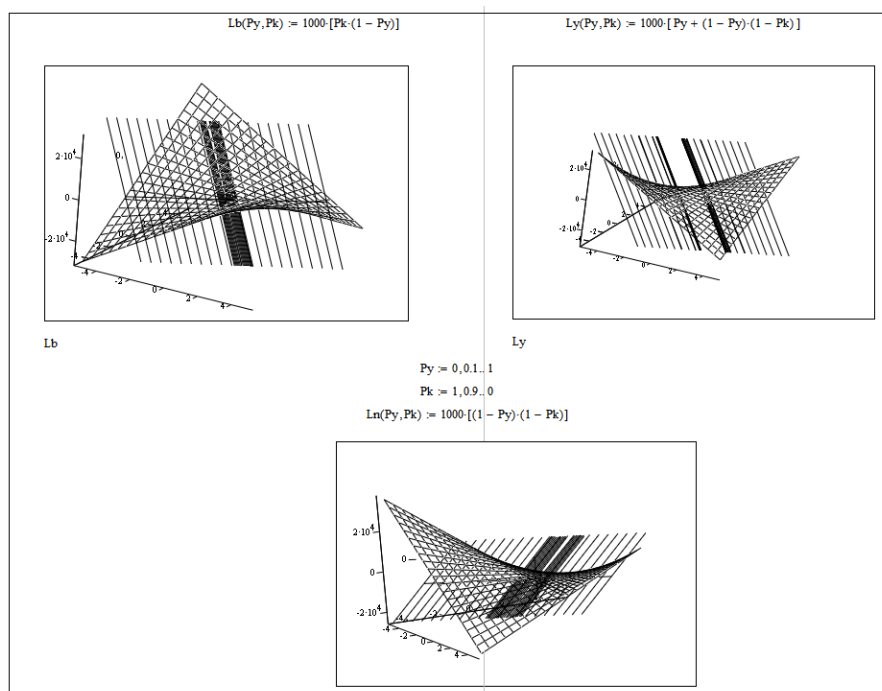


Рис. 3. – Двухпараметрические зависимости выхода полотна удовлетворительного качества, брака и выхода полотна, требующего повторной обработки от вероятности того, что контролируемое изделие будет удовлетворительного качества и вероятности обнаружения каждого из технологических дефектов при выполнении одной технологической операции

Рассматривая в качестве продукции непрерывную ленту текстильного материала, необходимо оперировать не вероятностями, а плотностью этих вероятностей [3-5]:

$$\lambda_k = \lim_{\Delta L \rightarrow 0} \frac{P_k(\Delta L)}{\Delta L} \quad (4)$$

Рассмотрим случай разбраковки ткани с условием возврата ее в производство при определенном браке для повторной обработки. Графоаналитическая модель этого случая представлена на рис. 4.

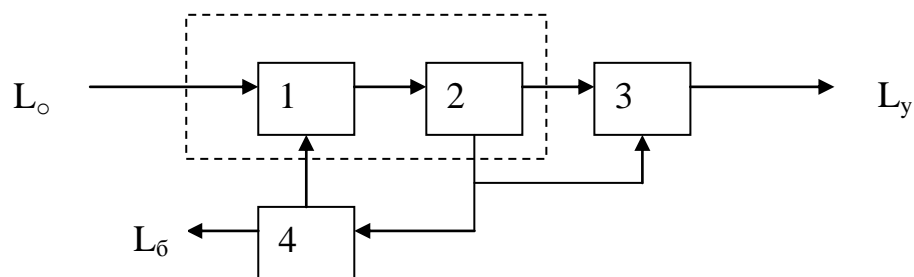


Рис. 4. – Графоаналитическая модель разбраковки тканей с условием возврата ее в производство при определенном браке для повторной обработки. 1 – обработка ткани; 2 – контроль качества продукции; 3 – выдача продукции удовлетворительного качества; 4 – передача продукции на повторную обработку или в брак

Анализируя модель, изображенную на рис. 4, определяем долю продукции L_y , передаваемую по маршруту обработки:

$$L_y = L_0 \{ \lambda_y + (1 - \lambda_y)(1 - \lambda_k) + \lambda_y \lambda_k (1 - \lambda_y) \cdot [1 + \lambda_k(1 - \lambda_y) + \lambda_k^2(1 - \lambda_y)^2 + \dots + \lambda_k^m(1 - \lambda_y)^m] + (1 - \lambda_k)(1 - \lambda_y)^2 \cdot \lambda_k [1 + \lambda_k(1 - \lambda_y) + \lambda_k^2(1 - \lambda_y)^2 + \dots + \lambda_k^m(1 - \lambda_y)^m] \}.$$

После соответствующих преобразований данное выражение примет следующий вид:

$$L_y = [1 - \lambda_k^{m+1} (1 - \lambda_y)^{m+1}] L_0, \quad (5)$$

где m – число повторных прогонов ткани на машине.

Естественно, что:

$$L_y = [1 - \lambda_k(1 - \lambda_y)]|_{m=0} \lim_{m \rightarrow \infty} L_y = L_0 \quad (6)$$

Объем бракованной ткани составит величину:

$$L_{\delta} = L_0 - L_y = [\lambda_k^{m+1} (1 - \lambda_y)^{m+1}] L_0 \quad (7)$$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} L_{\delta} = 0$$

Тогда выработка V производственной машины при условии повторной обработки будет равна:

$$V = L_0 \frac{1 - \lambda_k^{m+1} (1 - \lambda_y)^{m+1}}{1 - \lambda_k (1 - \lambda_y)}, \quad (8)$$

где $\lim_{m \rightarrow \infty} V = \frac{L_0}{1 - \lambda_k (1 - \lambda_y)}$.

В таких условиях целесообразно рассмотреть дополнительную загрузку машины ΔV :

$$\Delta V = \lambda_k (1 - \lambda_y) \frac{1 - \lambda_k^m (1 - \lambda_y)^m}{1 - \lambda_k (1 - \lambda_y)}, \quad (9)$$

где $\Delta V = \frac{0}{m} = 0$; $\lim_{m \rightarrow \infty} \Delta V = \frac{\lambda_k (1 - \lambda_k)}{1 - \lambda_k (1 - \lambda_y)}$.

Возможности увеличения объема выпуска высококачественной продукции путем ее повторной обработки на переходах ограничены рентабельностью использования самого оборудования.

Пусть для агрегата известны [6-8]:

a – стоимость обработки на данном агрегате единицы продукции;

b – оптовая стоимость единицы готовой продукции того же артикула.

Тогда потери изготовителя из-за повторной обработки ткани будут равны:

$$\Delta A = a \Delta V = a \lambda_k (1 - \lambda_y) \frac{1 - \lambda_k^m (1 - \lambda_y)^m}{1 - \lambda_k (1 - \lambda_y)}, \quad (10)$$

Прибыль предприятия за счет повышения объема сортового продукта составит:

$$\Delta B = b [L(m) - \lambda_y L_0], \quad (11)$$

где m – число повторных обработок, или ^

$$\Delta B = \lambda_k (1 - \lambda_y) [1 - \lambda_k^m (1 - \lambda_y)^m] b L_0. \quad (12)$$

Графически потери и прибыли описываются некоторыми поверхностями, представленными на рис. 5. Таким образом, получаем некоторую область, из которой, задавшись λ_k и λ_y , можно определить величину потерь и прибыль.

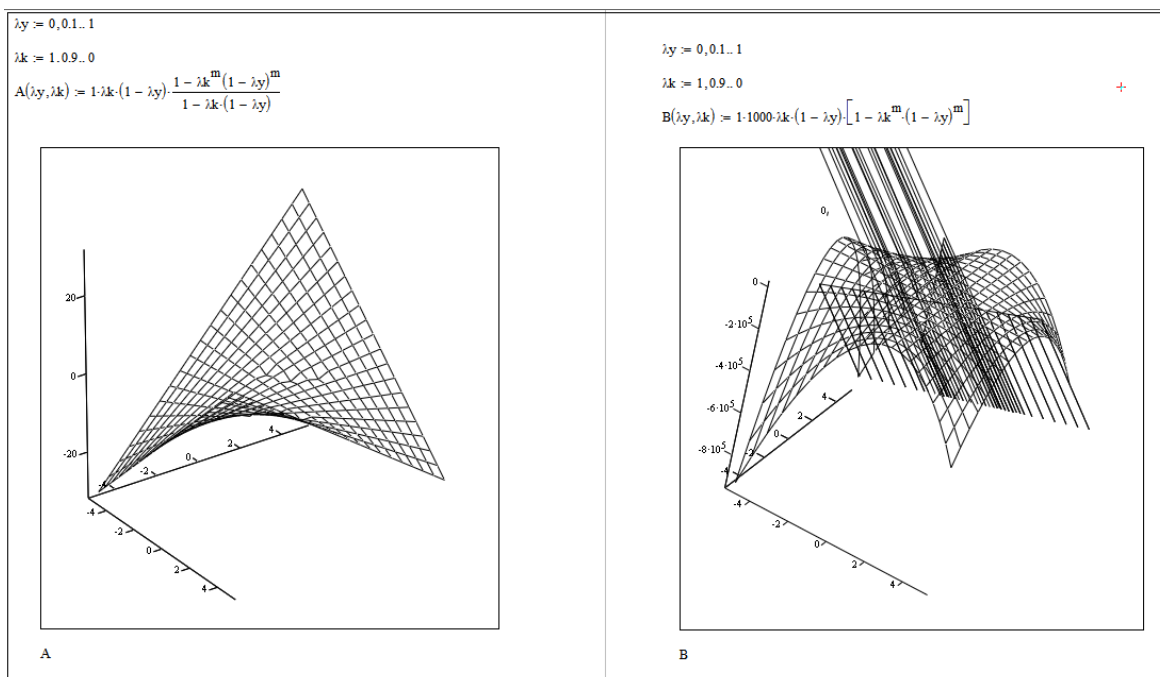


Рис. 5. – Зависимость потерь (слева) и прибыли (справа) от плотностей вероятности того, что контролируемое изделие будет удовлетворительного качества и плотности вероятности обнаружения каждого из технологических дефектов при выполнении одной технологической операции

Допустимое число прогонов ткани конкретного артикула на каждом из технологических переходов определяется, исходя из условия эффективности использования оборудования [9,10]:

$$\Delta B(m) - \Delta A(m) \geq 0. \quad (13)$$

В итоге эта величина зависит от соотношения стоимости обработки готовой продукции и ее оптовой цены.

На практике удобнее пользоваться предельными оценками рентабельности:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \Delta A = L_0 a \frac{\lambda_k(1 - \lambda_y)}{1 - \lambda_k(1 - \lambda_y)} = \frac{L_0 a \frac{z}{1 - z}}{z} = \lambda_k(1 - \lambda_y),$$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \Delta B = L_0 b z.$$

Тогда рентабельность повторных обработок (δ) определяется, как:

$$\delta = L_0 \left(b z - a \frac{z}{1 - z} \right) \geq 0,$$

т.е. $\square \geq 0 / z \leq 1 - a/b$.

Следовательно, любые попытки исправления качества допустимы, если выполняется условие:

$$\lambda_k \cdot (1 - \lambda_y) < 1 - a/b.$$

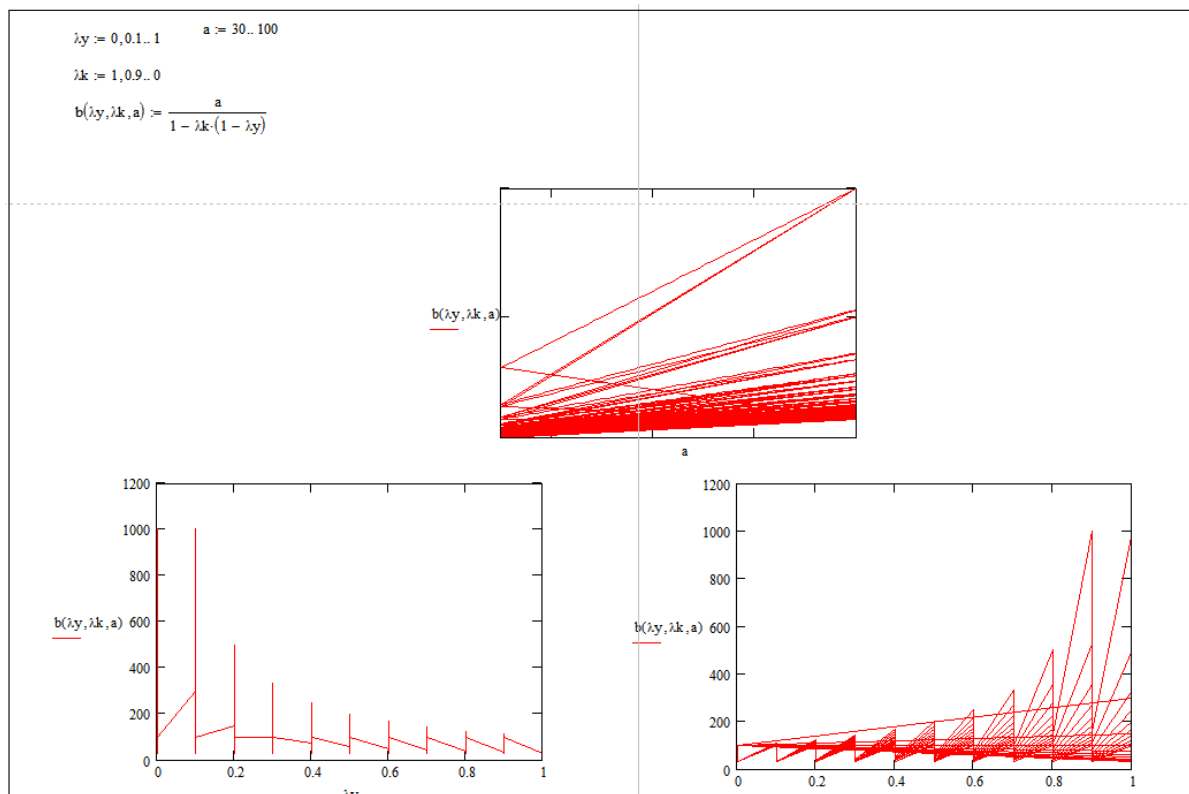


Рис. 6. – Графические оценки целесообразности исправления качества

Графические оценки, выполненные по предложенным формулам, показаны на рис 6. Повторная обработка целесообразна, если стоимость повторной обработки значительно меньше оптовой стоимости единицы готовой продукции.

Литература

1. Благовещенская М.М., Злобин Л.А. Информационные технологии систем управления технологическими процессами. М.: Высшая школа, 2010. 768 с.
2. Рыжкова Е.А. Использование методов теории массового обслуживания при разработке автоматизированной системы сбора и обработки информации для рассортировки готовых тканей // Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума, Международного Косыгинского форума. «Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления». 2019. С. 51-56.
3. Карелина Е.Б., Балыхин М.Г., Донник И.М., Благовещенская М.М., Благовещенский И.Г., Макаровская З.В., Клехо Д.Ю. Разработка интеллектуального комплекса для адаптивного управления технологическими процессами текстильной промышленности с применением нейросетевых регуляторов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 4. С.144-148.
4. Поляков А.Е., Рыжкова Е.А., Иванов М.С., Осина А.М. Применение современных интеллектуальных технологий для исследования сложных многомерных динамических объектов технологического оборудования // Материалы и технологии. 2019. № 1 (3). С. 59-63.
5. Chachina A.A., Ryzhkova E.A. On the selection of technical devices for an electric fork lift control system for use at textile material warehouses // Fibre Chemistry. 2018. Т. 50. № 2. pp. 135-137.
6. Рыжкова Е.А. Моделирование работы формирователя партии // Химические волокна. 2010. №4. С. 65-67.
7. Есмаханова Л.Н., Джанузакова Р.Д., Жанкуанышев М.К., Мухатова К.М., Нуржанов Б.С. Цифровая платформа – лучший путь к достижению эффективных результатов в текстильной промышленности // Известия

высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2020. № 2. С.153-156.

8. Благовещенский И.Г., Балыхин М.Г., Благовещенская М.М., Назойкин Е.А., Логунова Н.Ю. Анализ применения экспертных систем для контроля и прогнозирования технологических процессов производства // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 1. С. 106-113.

9. Севостьянов П.А., Фирсов А.В. Информационные и компьютерные технологии в текстильной промышленности // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 4. С. 107-109.

10. Parasuraman R., Sheridan T.B., Wickens C.D. A model for types and levels of human interaction with automation // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 2000. Part A: Systems and Humans. Vol.30. №3. P. 286-297.

11. Федотова А.Ю. Промышленные кластеры и переход к новому технологическому укладу: исторический аспект и перспективные тенденции // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4 (часть 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1288.

12. Понарина Н.Н. Глобализация и модернизация: соотношение тенденций // Инженерный вестник Дона, 2011, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/453.

References

1. Blagoveshenskaya M.M., Zlobin L.A. Informacionnyye texnologii sistem upravleniya texnologicheskimi processami [Information technology of process control systems]. Moskva, Vysshaya shkola, 2010. 768 p.

2. Ryzhkova E.A. Sbornik nauchnyx trudov mezhdunarodnogo nauchno-texnicheskogo simpoziuma, mezhdunarodnogo Kosygin'skogo foruma.

«Sovremennyye inzhenernyye problemy v proizvodstve tovarov narodnogo potrebleniya». Moskva, 2019, pp. 51-56.

3. Karelina E.B., Balyxin M.G., Donnik I.M., Blagoveshhenskaya M.M., Blagoveshhenskij I.G., Makarovskaya Z.V., Klexo D.Yu. Izvestiya vysshix uchebnyx zavedenij. Teknologiya tekstilnoj promyshlennosti, 2019. № 4. pp.144-148.

4. Polyakov A.E., Ryzhkova E.A., Ivanov M.S., Osina A.M. Materialy i texnologii, 2019. № 1 (3). pp. 59-63.

5. Chachina A.A., Ryzhkova E.A. Fibre Chemistry, 2018. P. 50. № 2. pp. 135-137.

6. Ryzhkova E.A. Ximicheskie volokna, 2010. №4. pp. 65-67.

7. Esmaxanova L.N., Dzhanuzakova R.D., Zhankuanyshev M.K., Muxatova K.M., Nurzhanov B.S. Izvestiya vysshix uchebnyx zavedenij. Teknologiya tekstilnoj promyshlennosti, 2020. № 2. pp.153-156.

8. Blagoveshhenskij I.G., Balyxin M.G., Blagoveshhenskaya M.M., Nazojkin E.A., Logunova N.Yu. Izvestiya vysshix uchebnyx zavedenij. Teknologiya tekstilnoj promyshlennosti, 2021. № 1. pp. 106-113.

9. Sevostyanov P.A., Firsov A.V. Izvestiya vysshix uchebnyx zavedenij. Teknologiya tekstilnoj promyshlennosti, 2018. № 4. pp. 107-109.

10. Parasuraman R., Sheridan T.B. Wickens C.D.A model for types and levels of human interaction with automation. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 2000. Part A: Systems and Humans. Vol.30. №3. pp. 286-297.

11. Fedotova A.Y. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, № 4 (part 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1288.

12. Ponarina N.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2011, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/453.