

УДК 331.108:658.562.012.7

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, академик РААСН (fedosov-academic53@mail.ru),
 Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, канд. техн. наук (gruzincevan@mail.ru),
 А.Ю. МАТРОХИН, д-р техн. наук (matrokhin.igta@mail.ru)

Ивановский государственный политехнический университет (153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, 20)

Моделирование условий обеспечения качества продукции предприятия по производству строительных материалов с учетом уровня профессионализма кадрового потенциала*

Проведен количественный анализ влияния уровня профессионализма кадрового потенциала промышленного предприятия по производству строительных материалов на качество производимой продукции. В ходе исследования определены основные составляющие профессионализма работников и установлены соответствующие шкалы для их перевода в количественную форму. С помощью геометрического способа усреднения сформирован обобщенный критерий профессионализма, который может рассматриваться в качестве управляемой независимой переменной. На основе накопленных эмпирических данных получена математическая модель влияния профессионализма работников, оцениваемого по предложенному критерию, на ожидаемый уровень дефектности продукции. Использование данной математической модели позволит работникам кадровых служб предприятий планировать и корректировать кадровый состав работников основного производства строительной продукции по критерию «профессионализм», опираясь на установленные целевые показатели в области качества готовой продукции.

Ключевые слова: предприятия строительного комплекса, качество продукции, критерии профессионализма кадрового потенциала, уровень дефектности продукции.

S.V. FEDOSOV, Doctor of Sciences (Engineering), Academician of RAACS (fedosov-academic53@mail.ru),
 N.A. GRUZINTSEVA, Candidate of Sciences (Engineering) (gruzincevan@mail.ru), A.Yu. MATROKHIN, Doctor of Sciences (Engineering) (matrokhin.igta@mail.ru)
 Ivanovo State Polytechnical University (20, 8 Martha Street, Ivanovo, 153037, Russian Federation)

Simulation of Conditions for Ensuring the Product Quality of Enterprises Manufacturing Building Materials with Due Regard for Level of Professionalism of Staff Potential*

The quantitative analysis of the influence of the professional level of staff potential of enterprise manufacturing building materials on the quality of manufactured products has been made. In the course of the study, main components of workers professionalism have been determined and appropriate scales for their transition into quantitative form have been established. With the help of geometric averaging, a generalized criterion of professionalism, which can be considered as a controlled independent variable, has been formed. On the basis of accumulated empiric data, the mathematical model of the influence of workers professionalism, evaluated according to the proposed criterion, on the expected level of products defectiveness has been obtained. The use of this mathematical model will allow the employees of staff services of enterprises to plan and correct the personnel structure of employees of the main production of building products on the basis of the criterion "professionalism" relying on established target indicators in the field of the quality of ready-made products.

Keywords: building complex enterprises, quality of products, professionalism criteria of staff potential, level of production defectiveness.

Выполнение требований к строительной продукции на производственной стадии ее жизненного цикла является актуальной задачей любого предприятия независимо от его отраслевой принадлежности и уровня технического оснащения. Одной из наиболее распространенных оценок результативности технологических процессов является уровень дефектности, выражаемый отношением объемов выявленной несоответствующей продукции (брака) к общему объему ее выпуска. Одним из основных факторов, который оказывает влияние на снижение уровня дефектности при производстве продукции, является привлечение высококвалифицированных исполнителей и специалистов [1]. Вместе с тем реальные обстоятельства, в которых функционируют предприятия строительного комплекса (дефицит финансовых ресурсов, текучесть кадров и др.), зачастую не дают возможности обеспечивать максимальный уровень компетентности персонала. Речь скорее должна идти о достижении некоторого приемлемого или оптимального уровня профессионализма для достижения поставленных целей в области требуемого уровня качества продукции [2]. В связи с этим возникает необходимость в проведении аналитического исследования для количественного определения взаимосвязи между уровнем

профессионализма и уровнем качества продукции. Рассмотрим вариант решения данной задачи с применением инструментария корреляционно-регрессионного анализа [3].

Производственной базой для эмпирического исследования было выбрано промышленное предприятие, которое с 2009 г. производит геотекстильные материалы (ГТМ), используемые при ремонте и строительстве автомобильных дорог. В качестве объекта исследования были выбраны нетканые полотна из полиэфирных или пропиленовых волокон, изготовленные иглопробивным способом (торговая марка «Дорнит»), а также иглопробивные полотна того же состава с последующим термоскреплением (торговая марка «Дорнит ТС») (ТУ 8397-003-21506643–2003. Геотекстильное иглопробивное полотно Дорнит. Технические условия).

На первом этапе исследования решалась проблема определения ряда численных значений для такого фактора, как «профессионализм», который будет принят в качестве основного аргумента формируемой модели условий обеспечения требуемого уровня качества продукции. Следует отметить, что понятие «профессионализм» [4] может охватывать достаточно большой спектр составляющих и включает в себя: уровень образова-

* Статья подготовлена в рамках выполнения проектной части Госзадания №11.1898.2014/К Минобрнауки России.

* The article was prepared within the frame of the design part of the State Task №11.1898.2014/K of the RF Ministry of Education and Science.

Таблица 1

Условные оценки уровня образования и трудового стажа работников, задействованных в основном производстве ГТМ

Условная оценка q_i , баллы	Уровень образования (q_1) _{abc}	Трудовой стаж (q_2) _{abc}
1	Студенты (неполное образование)	от 1 до 5 лет
2	Начальное профессиональное образование	от 6 до 10 лет
3	Среднее профессиональное образование	от 11 до 15 лет
4	Высшее образование	от 16 до 20 лет

Таблица 2

Результаты определения числовых значений «профессионализма»

Год наблюдения	Уровень образования q_1 , баллы	Трудовой стаж q , баллы	Оценка профессионализма, баллы
2009	3,5	2,82	3,14
2010	3,35	2,82	3,07
2011	4,35	2,58	3,34
2012	4,1	3	3,51
2013	4,15	2,97	3,51
2014	4,15	3,14	3,61
2015	4,3	3,13	3,67

Таблица 3

Результаты исследования целевой функции «уровень брака продукции»

Год наблюдения	Значение уровня дефектности Y_j (%) для торговой марки		Средний уровень дефектности, %
	«Дорнит»	«Дорнит ТС»	
2009	10,81	11,27	11,04
2010	11,37	11,13	11,25
2011	8,97	8,77	8,87
2012	8,32	7,5	7,91
2013	8,8	6,61	7,71
2014	7,57	8,49	8,03
2015	7,12	7,48	7,3

ния; трудовой стаж работников, задействованных в основном производстве; производительность труда; регулярное повышение квалификации; трудовую дисциплину; активность рационализаторских предложений и т. п. Прежде всего необходимо уточнить совокупность перечисленных составляющих и привести ее к ясной числовой форме с помощью классических приемов. Отметим, что для построения адекватной математической модели не рекомендуется объединять весь перечисленный набор составляющих в один критерий, так как это может привести к снижению чувствительности модели в связи со случайным влиянием множества взаимокомпенсирующих величин. Поэтому выделим наиболее значимые составляющие, а именно те, которые лежат в основе профессионализма: трудовой стаж и уровень образования работников, задействованных в основном производстве. Соответственно из дальнейшего анализа предлагается исключить составляющие, которые по отношению к профессионализму являются его следствием (например, производительность труда, количество рационализаторских предложений и т. п.).

На следующем этапе исследования устанавливаем шкалы перевода выбранных составляющих профессионализма «уровень образования» и «трудовой стаж» из качественной характеристики в количественную [5]. Для этого предложена переводная таблица, в которой осуществлено распределение фактического состава работающих сотрудников предприятия по четырем града-

циям (табл. 1). Таким образом, осуществлен перевод двух независимых составляющих из абсолютных величин в условные, удобные для числовой обработки.

Учитывая равную значимость составляющих «уровень образования» и «трудовой стаж», представленных в табл. 2, а также необходимость снижения их взаимной компенсации, применяется геометрический способ усреднения и получается выражение для расчета обобщенной величины «профессионализма»:

$$X_{\text{пр}} = \prod_{i=1}^n q_i^{\alpha_i}, \quad (1)$$

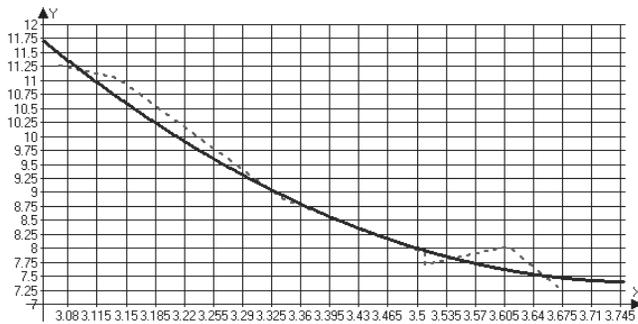
где α_i – коэффициент весомости i -й составляющей; n – количество составляющих ($n = 2$).

Поскольку весомость составляющих принята равной ($\alpha_1 = \alpha_2 = 1/n = 0,5$), выражение для вычисления «профессионализма» (аргумента математической модели) примет вид:

$$X_{\text{пр}} = \sqrt{q_1 q_2}. \quad (2)$$

Преимуществом использования геометрического способа усреднения перед арифметическим и гармоническим способами является то, что полученный результат более чувствителен к изменению значений каждой составляющей [3].

Фактические значения учитываемых составляющих q_1 и q_2 за период с 2009 по 2015 г. определены посредством анализа списочного состава работающих, а имен-



Математическая модель: — линия аппроксимации; - - - фактические значения уровня дефектности геотекстильного материала (ГТМ) «Дорнит» по годам

но как средневзвешенные оценки на основе анкетных данных. Ряд значений обобщенной оценки фактора «профессионализм» (табл. 2) получены с использованием выражения (2).

На следующем этапе для построения математической модели сопоставляли уровень профессионализма с фактическим уровнем брака за анализируемый период. Необходимо отметить, что под браком ГТМ в практическом применении понимают продукцию, не подходящую по отклонениям физико-механических показателей и наличию дефектов внешнего вида (неоднородность, перекосы, складки, загрязнения, дыры и др.), которые возникают в результате неверной настройки оборудования, нарушений технологического процесса производства, использования некачественного исходного сырья [6].

Для определения фактического уровня брака также проведены статистические наблюдения, которые выявили процент возникновения несоответствующей продукции в процессе производства ГТМ, выпускаемых на анализируемом предприятии. Результаты наблюдений приведены в табл. 3.

Список литературы

1. Карпушин Е.С. Взаимосвязь качества труда и профессионализма сотрудников // *Управление персоналом*. 2012. № 8 (<http://www.top-personal.ru/issue.html?1643> дата обращения 11.09.2015).
2. Мазаев Э.В. Разработка метода принятия управленческого решения на базе запрограммированных управленческих решений (на примере управления МСП) // *Экономика и предпринимательство*. 2015. № 4–1 (57–1). С. 950–953.
3. Лысова М.А., Ломакина И.А., Лунькова С.В., Гусев Б.Н. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий. Иваново: ИГТА, 2012. 252 с.
4. Гитман Е.К., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Модель планирования ресурсов, синхронизированного производителем и потребителем продукции // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*. 2012. № 5. С. 8–12.
5. Федюкин В.К. Квалиметрия. Измерение качества промышленной продукции. Серия: Учебное пособие. М.: КноРус, 2009. 320 с.
6. Трещалин М.Ю., Киселев М.В., Мухамеджанов Г.К., Трещалина А.В. Проектирование, производство и методы оценки качества нетканых материалов. Кострома: КГТУ, 2012. 360 с.
7. Лемешко Б.Ю., Лемешко С.Б., Горбунова А.А. О применении и мощности критериев проверки однородности дисперсий. Ч. I. Параметрические критерии // *Измерительная техника*. 2010. № 3. С. 10–16.

Дисперсия воспроизводимости оказалась равной 0,48. При этом результаты наблюдений по годам согласно критерию Кочрена можно считать однородными [7]. Дальнейшую обработку результатов наблюдений осуществляли с использованием компьютерной программы Advanced Grapher, где получено уравнение в виде полинома второго порядка (см. рисунок).

Дисперсия неадекватности модели определена эмпирическим данным на уровне 0,11. Таким образом, расчетное значение критерия Фишера для оценки адекватности полученной математической модели составило $F_R=4,32$. Табличное значение (ГОСТ Р 50779.21–2004. Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение) критерия $F_T [P_\delta=0,95; f_{\text{воспр}}=7 \cdot (2-1)=7; f_{\text{ад}}=7-3=4]=6,39$. На данном основании можно сделать вывод, что полученная модель адекватна эмпирическим данным и может использоваться в рассматриваемом контексте.

Проведя анализ распределения расчетных данных (см. рисунок), можно сделать вывод, что характер модели имеет следующие особенности: на начальном этапе повышения профессионализма (от 3 до 3,5 баллов) наблюдается значительное снижение уровня дефектности выпускаемой продукции (с 11,5 до 8%), после чего динамика снижения уровня брака замедляется и достигает определенного предела насыщения (около 7,5%), т. е. повышение уровня профессионализма персонала с определенного момента не дает заметного снижения брака в процессе производства, но вместе с тем позволяет удерживать его на определенном уровне.

Вывод. Эмпирическим путем получена модель, использование которой позволит работникам кадровых служб предприятий планировать и корректировать кадровый состав работников основного производства ГТМ по критерию «профессионализм», опираясь на установленные целевые показатели в области качества.

References

1. The Karpushin, E. S. the Relationship between quality of work and professionalism of the staff. *Upravlenie personalom*. 2012. No. 8 (<http://www.top-personal.ru/issue.html?1643>, date of access 11.09.15). (In Russian).
2. Mazaev E. V. development of a method of making management decisions based on programmed management decisions (the case of SMEs). *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2015. No. 4–1 (57–1), pp. 950–953. (In Russian).
3. Lysova M. A., Lomakin I. A., Lunkova S. V., Gusev B. N. Matematicheskie metody v proektirovanii i otsenivanii kachestva tekstil'nykh materialov i izdelii [Mathematical methods in engineering and quality evaluation of textile materials and products]. Ivanovo: IGT. 2012. 252 p.
4. Gitman E. K., Gitman M. B., Stolbov V. Yu., the Model of resource planning, synchronized the producer and the consumer products. *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*. 2012. No. 5, pp. 8–12. (In Russian).
5. Fedyukin V.K. Qualimetry. Measuring the quality of industrial products. Series: Training manual. Moscow: KnoRus. 2009. 320 p.
6. Treshchalina M.Yu., Kiselev M.V., Mukhamedzhanov G.K., Treshchalina A.V. Tremain Design, production methods and quality evaluation of nonwovens. Kostroma: KGTU. 2012. 360 p.
7. Lemesko B. Yu., Lemesko S. B., Gorbunova A. A. About application and power of criteria for testing the homogeneity of variances. Part I. Parametric criteria. *Izmeritel'naya tekhnika*. 2010. No. 3, pp. 10–16. (In Russian).