

УДК 006.83

## Построение современных управленческих решений на базе применения методов Design of Experiments (DOE) для определения значений факторов оптимизации в лёгкой промышленности

Д-р экон. наук **Сергеева И.Г.** igsergeeva@gmail.com

**Поцулин А.Д.** anton.potsulin@yandex.ru

Университет ИТМО

197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49

Канд. физ.-мат. наук **Чуднова О.А.** lolya\_09@mail.ru

Дальневосточный федеральный университет

690091, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

*В настоящее время для сохранения конкурентных преимуществ предприятиям следует быть мобильными, динамически стабильными и активно использовать современные управленческие технологии. Современным предприятиям в сложных внешних условиях необходимо действовать системно, слажено и практически мгновенно, т.е. необходимо комплексно решать задачи, опирающиеся на огромные массивы данных. Это невозможно без когнитивного аппарата, лежащего в основе новых методов управления. Целью исследования является определение оптимальных значений производственных факторов и исследования оценки их влияния в рамках контроля качества обувных изделий путем использования метода Design of Experiments (DOE). Применение данного метода является одним из базовых когнитивных аппаратов при разработке и внедрении новой структуры и методов принятия управленческих решений на предприятиях. Объектом исследования выступает предприятие легкой промышленности. В работе применяются методы математического анализа: матрица планирования, уравнение регрессии. Анализ нормативно-правовых документов показал, что ряд действующих национальных стандартов в области контроля качества не соответствует требованиям современной экономики. В результате проведенного исследования были выделены наиболее значимые факторы, влияющие на уровень качества продукции предприятия. В результате проведенного эксперимента построена математическая модель, учитывающая все возможные взаимодействия между этими факторами. В результате проверки модели на адекватность и ее интерпретации определены оптимальные значения для исследуемых производственных факторов. Работа выполнена в рамках проекта НИР №618279 «Методы и инструменты инновационной и предпринимательской деятельности в условиях цифровой экономики».*

**Ключевые слова:** управленческие решения, лёгкая промышленность, метод Design of Experiments (DOE), факторы оптимизации, матрица планирования.

DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-1-121-131

---

## Creating modern management decisions based on the application of Design of Experiments (DOE) methods for determining the values of optimization factors in light industry

D.Sc. **Sergeeva I.G.** igsergeeva@gmail.com

**Potsulin A.D.** anton.potsulin@yandex.ru

ITMO University

197101, Russia, St. Petersburg, Kronverksky pr., 49

Ph.D. **Chudnova O.A.** lolya\_09@mail.ru

Far Eastern Federal University

690091, Russia, Primorsky Krai, Vladivostok, Suhanova str., 8

*For maintaining their competitive advantages, enterprises should be mobile, dynamically stable, and actively use modern management technologies. According to difficult external conditions modern enterprises need to act systematically, harmoniously and almost instantly, i.e. it is necessary to comprehensively solve issues based on huge amounts of data. This is not possible without the cognitive apparatus underlying the new management methods. The aim of the study is to determine the optimal values of production factors and to study the assessment of their influence in the framework of quality control of shoe products by using the Design of Experiments (DOE) method. The application of this method is one of the basic cognitive devices in the development and implementation of a new structure and methods for making managerial decisions in enterprises. The object of research is an enterprise of light industry. The following methods of mathematical analysis are used in the study: planning matrix, regression equation. The analysis of regulatory documents showed that a number of existing national standards in the field of quality control do not meet the requirements of the modern economy. As a result of the study, the most significant factors were identified that affect the level of product quality of the enterprise. As a result of the experiment, a mathematical model is constructed that takes into account all possible interactions between these factors. As a result of checking the model for adequacy and its interpretation, optimal values are determined for the studied production factors. This study was carried out as part of the research project No. 618279 "Methods and tools of innovative and entrepreneurial activity in the digital economy."*

**Keywords:** management decisions, light industry, Design of Experiments (DOE) method, optimization factors, planning matrix.

---

## Введение

Принимая во внимание текущую экономическую ситуацию, компании тратят значительные ресурсы на развитие инновационных управленческих технологий, при этом пытаются минимизировать затраты и максимизировать доходы [1]. В настоящее время предприятия легкой промышленности находится в противоречивой ситуации. С одной стороны, санкции и ослабление курса рубля постепенно способствуют оживлению деятельности в отрасли, но с другой стороны, у потребителей по-прежнему пользуется активным спросом продукция иностранного производства.

Российская легкая промышленность обеспечивает 0,9% от ВВП, что составляет 2,4% от объема промышленного производства или 3,6% от общего объема обрабатывающего производства. Еще 1,6% приходится на розничную торговлю товарами легкой промышленности [2].

Развитие отечественной легкой промышленности происходит на фоне:

- неразвитости рынка товаров легкой промышленности;
- низкой эффективностью производства;
- недостаточной эффективностью принимаемых мер государственной поддержки легкой промышленности.

Основной целью развития легкой промышленности в России является превращение ее в динамично развивающуюся, высокотехнологичную, эффективную и конкурентоспособную отрасль, обеспечивающую увеличение доли отечественной продукции на внутреннем рынке и выход на внешний рынок.

Перспективы развития отрасли связаны с реализацией следующих конкурентных преимуществ:

- относительно незначительный объем первоначального капитала для запуска производства;
- высокий уровень оборачиваемости средств;
- принадлежность товаров легкой промышленности к товарам группы предметов первой необходимости;
- большой внутренний рынок, высокий потенциал спроса на продукцию отрасли;
- значительные возможности для развития инфраструктуры потребительского товарного рынка.

Обувная отрасль является наиболее динамичной в легкой промышленности, легко адаптирующейся к новым экономическим условиям развития страны [3].

При этом в условиях сложившейся социально-экономической ситуации в Российской Федерации огромное значение приобретает проблема повышения конкурентоспособности, производимой отечественными предприятиями продукции, качество и стоимость которой являются одними из определяющих факторов. Грамотно выбранная стратегия инновационного развития позволит предприятию приспособиться к изменчивой внешней среде, а также добиться рационального использования и распределения ресурсов. В условиях рыночной экономики для повышения конкурентоспособности предприятия особое внимание следует уделять повышению эффективности бизнес-процессов [4]. Динамичность отраслевых рынков ведет к необходимости разработки стратегии инновационного развития одновременно по нескольким направлениям с учетом причинно-следственных связей [5].

Следует отметить, что одним из потребительских трендов 2019 года стал тренд «Made in Russia». Крупные мультибрендовые ритейлеры и нишевые/дизайнерские проекты все шире представляют локальные бренды одежды и обуви, а также модели российских дизайнеров. Данные товары пользуются спросом не только в России, но и в странах Европы, Азии и Америки. Все это способствует формированию экспортного потенциала легкой промышленности России [6].

Динамика импорта и собственного производства в структуре общего объема российского рынка обуви представлена на рис. 1.

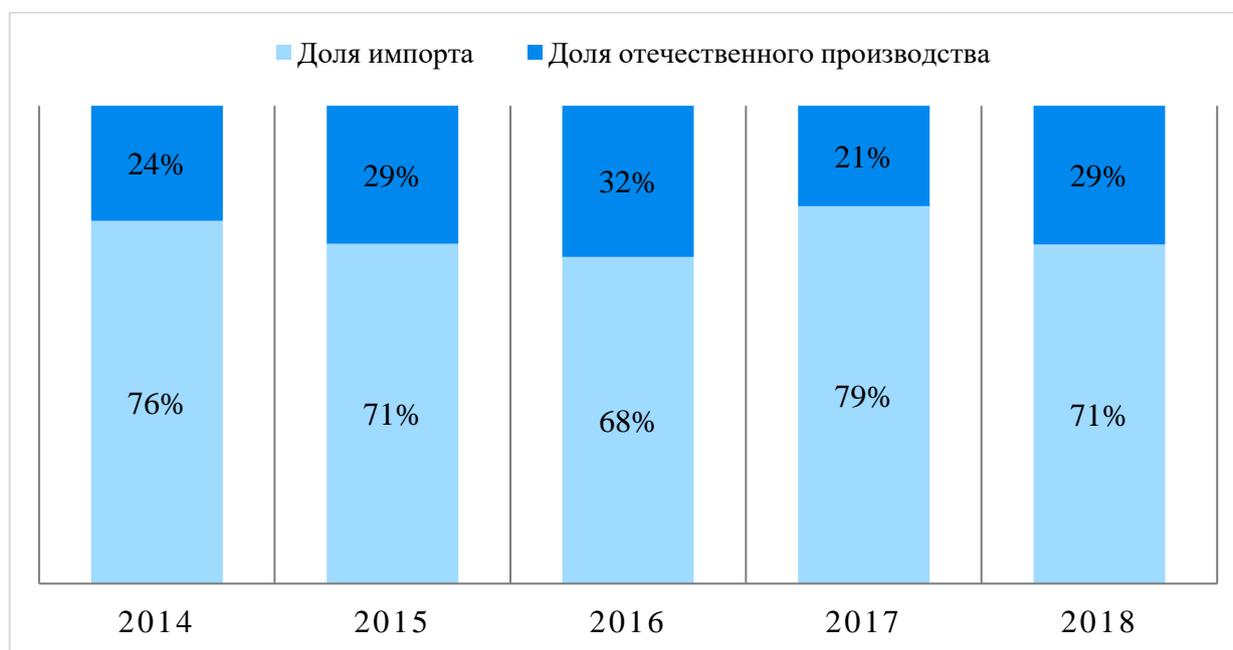


Рис. 1. Доля импорта и доля собственного производства от общего объема российского рынка обуви за 2014-2018 гг., в % [7, 8]

Для увеличения доли отечественного производства обуви, следует обеспечить надлежащее качество каждой производимой партии обуви в короткий срок изготовления и при доступной цене [9]. В соответствии с приказом Минпромторга России «Об утверждении плана мероприятий по импортозамещению продукции в отрасли легкой промышленности РФ» от 31 марта 2015 года к концу 2020 года доля импорта одежды и обуви должна существенно сократиться.

Многие промышленные процессы требуют организации системы управленческих решений, направленных на предотвращение нежелательных результатов. Использование соответствующего когнитивного инструментария необходимо для обнаружения ущерба на ранней стадии производственного процесса, а также для оценки серьезности проблемы, чтобы избежать структурного отказа и оперативно принимать управленческие решения. Причинами отказа служит ряд производственных факторов. Для определения оптимальных значений этих факторов и исследования оценки их влияния в рамках контроля качества обувных изделий применяется метод Design of Experiments (DOE).

### Анализ национальных стандартов, касающихся согласования требований к управлению качеством

Повышение качества обуви отечественных производителей связано с различными аспектами его формирования. В связи с этим следует рассмотреть основные вопросы контроля качества, связанные с определением оптимальных значений факторов и степени их влияния на разрыв изделия.

В настоящее время контроль качества обуви осуществляется по ГОСТ 26167, ГОСТ 19116, ГОСТ 24780, ГОСТ 1135, ГОСТ 54739, ГОСТ 32087, ГОСТ ISO 5355, ГОСТ 27837, ГОСТ 9155. При этом стандартными методами контроля являются определение прочности швов, прочности крепления каблука, общей и остаточной деформации подноска и задника, прочности крепления низа, гибкости и т.д. При использовании данных методов, как и любых других, нужно учесть ряд факторов, которые оказывают непосредственное влияние на результаты исследования.

Процесс производства обуви регулируется следующими стандартами:

- номенклатура показателей качества;
- термины и определения;

- технические условия;
- методы испытаний, правила приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения,
- стандарты, регламентирующие нормы показателей качества, параметры и размеры обуви.

На рис. 2 представлена структура национальных стандартов на производство обуви.

Согласно представленной диаграмме, в настоящее время на территории Российской Федерации действует 118 стандартов, регламентирующих требования к качеству обуви, 2 стандарта действуют частично. Из диаграммы также видно, что более 37 % действующих стандартов приняты в период с 1962 по 1991 гг., следовательно, часть методов контроля качества устарела и не соответствует требованиям современной экономики [10].

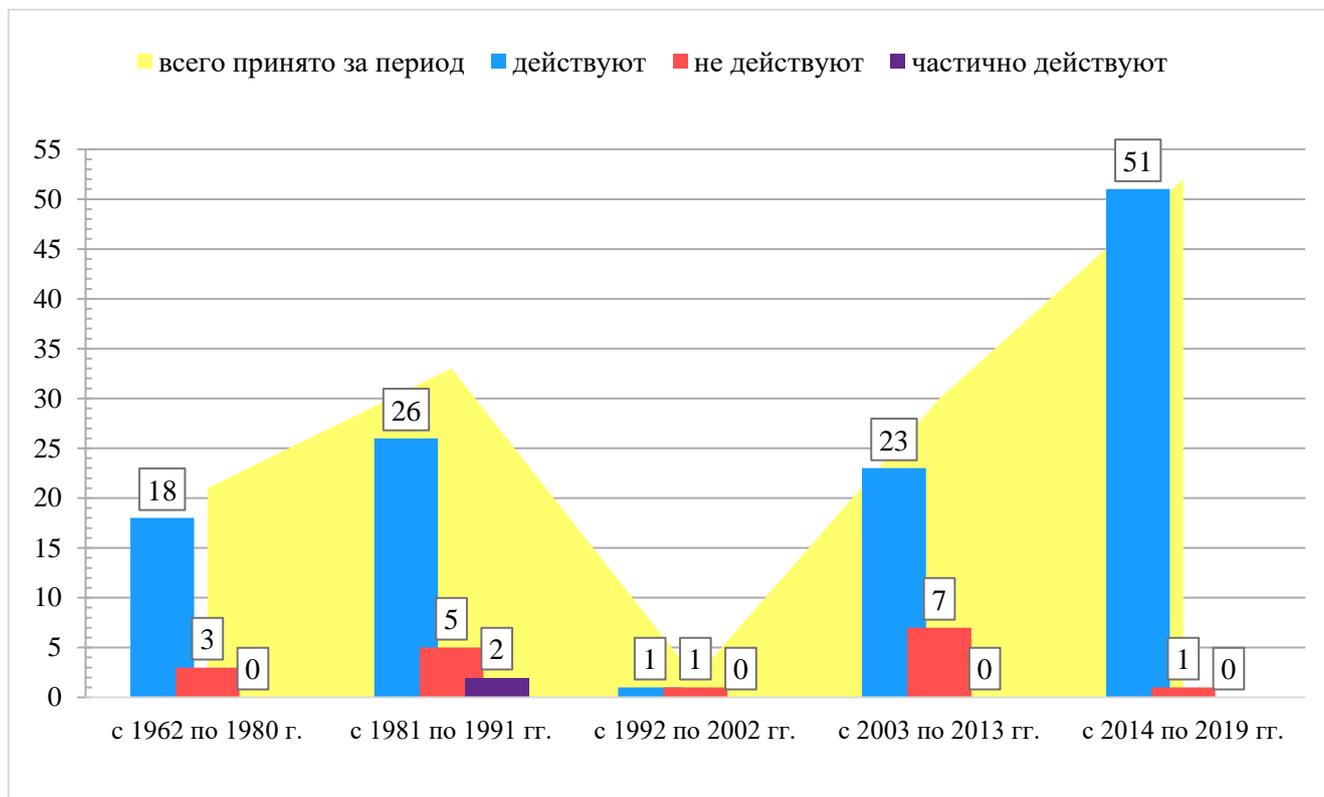


Рис. 2. Структура национальных стандартов «61.060 Обувь»

Действующие нормативные документы, включают в себя следующие методы контроля качества:

- методы определения прочности крепления ГОСТ 21463, ГОСТ ISO 17706, ГОСТ ISO 17708, ГОСТ ISO 20872 и т.д.;

- методы определения деформации ГОСТ 9135;
- методы определения морозостойкости ГОСТ 27420;
- методы определения жесткости ГОСТ Р ИСО 18896;
- методы определения гибкости ГОСТ 9718;
- методы определения органических соединений ГОСТ Р 56945.

При использовании данных методов следует учитывать ряд факторов, оказывающих непосредственное влияние на результаты производства.

### Результаты исследования

При анализе сложных производственных процессов большое значение имеет выбор наиболее значимых факторов, которые обычно ранжируются на основе опыта исследователей или экспертных заключений в данной области с математической оценкой их согласованности. Однако такой подход не может быть использован при разработке нового процесса [11]. В этом случае для отбора наиболее значимых факторов используются экспериментальные методы.

Для построения гибкой модели эксперимента и решения требуемой задачи необходимо:

- определить значения факторов оптимизации,
- провести исследование степени влияния обувных материалов на величину разрыва,
- построить математическую модель эксперимента, учитывая все возможные взаимодействия факторов,

- проверить полученную модель на адекватность
- произвести интерпретацию модели – найти оптимальную модель эксперимента.

В ходе исследования были проведены опыты с целью определения оптимальных значений факторов, влияющих на разрыв изделия. В качестве таких факторов выделяются следующие: величина деформации (F), температура (T) и продолжительность термофиксации (L). Данные факторы влияют на механические свойства материала, т.е. на величину разрыва обувных материалов из синтетической кожи. Для решения поставленной задачи используется метод Design of Experiments (DOE). Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты эксперимента**

№ опыта	Результаты опытов		
	F	T	L
1	20	24,4	20,6
2	23,9	24,4	23,5
3	24	24,2	24,6
4	25,2	24,1	24,8
5	28,2	29,3	29,5
6	30,1	31,4	30,3
7	30,2	29,1	30,4
8	31	30,5	30

Эксперимент считается экстремальным, так как необходимо определить оптимальные значения факторов, где параметром оптимизации (реакцией, откликом) выступает мера прочности на разрыв. Данный параметр является частью системы параметров оптимизации, при этом основу данной системы составляют как экономические, так и технико-технологические параметры [12].

Условия эксперимента представлены в форме матрицы планирования, которая включает план эксперимента и вспомогательные столбцы, служащие для обработки информации, полученной в результате уже проведённого эксперимента [13, 14]. Матрица планирования эксперимента представлен на рис. 3.

Журнал планирования эксперимента											Обозначение наименования створной единицы		Обозначение документа		№ ст.					
Контролируемые переменные ПФЭ				F, %	T, С	L, мин					Априорные сведения		Оценка коэффициентов уравнения							
Верхний уровень				13	150	12					РДМУ 109-77		b1→β1, b2→β2, b3→β3, b12→β12, b13→β13, b23→β23, b123→β123							
Нижний уровень				7	120	6														
Основной уровень				10	135	9														
Интервал варьирования				3	15	3														
Матрица планирования полного факторного эксперимента 2 <sup>k</sup>											Результаты эксперимента и дисперсии отклонений параметра оптимизации от среднего значения				Результаты расчета для проверки адекватности модели				Особые указания	
№ опыта	Порядок реализации опытов				Контролируемые режимы, характеристики, факторы i								Y1	Y2	Y3	Ycp	S <sup>2</sup>	Yf	(Ycp-Yf) <sup>2</sup>	
	m1	m2	m3		x0	x1	x2	x3	x1x2	x1x3	x2x3	x1x2x3								
1	4	2	5		+	+	+	+	+	+	+	+	20	20,4	20,6	20,3	0,093	20,75	0,17	
2	7	4	8		+	-	+	+	-	-	+	-	23,9	23,4	23,5	23,6	0,070	23,18	0,17	
3	1	3	7		+	+	-	+	-	+	-	-	24	24,2	24,6	24,3	0,093	24,23	0,00	
4	2	6	1		+	-	-	+	+	-	-	+	25,2	24,1	24,8	24,7	0,310	24,74	0,00	
5	5	8	3		+	+	+	-	+	-	-	-	28,2	29,3	29,5	29,0	0,490	28,58	0,17	
6	3	1	4		+	-	+	-	-	+	-	+	30,1	31,4	30,3	30,6	0,490	31,02	0,17	
7	8	7	6		+	+	-	-	-	-	+	+	30,2	29,1	30,4	29,9	0,490	29,94	0,00	
8	6	5	2		+	-	-	-	+	+	+	-	31	30,5	30	30,5	0,250	30,46	0,00	
Коэффициент bi				26,61	-0,74	-0,73	-3,39	-0,48	-0,19	-0,53	-0,23	Проверка однородности дисперсии				Проверка адекватности модели				Резервная графа
												Σ S <sup>2</sup>		2,29	Σ (Ycp-Yf) <sup>2</sup>		0,701			
				Проверка значимости коэффициентов								S <sup>2</sup> max		0,490	S <sup>2</sup> ad		0,701388889			
S <sup>2</sup> (Y)		0,29		0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	G	0,214	F		2,45			
q%		5%		0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	q%	5%	qad%		5%			
Nан		8		199,11	5,52	5,46	25,34	3,59	1,40	3,96	1,71	N1 b	1	N1 ad		2				
												N2 b	8	N2 ad		8				
Iкр		2,306		196,80	3,21	3,15	23,04	1,28	-0,90	1,65	-0,59	Gкр	0,6798	Fкр		4,46				
												G-Fкр	-0,466	F-Fкр		-2,01				
Выбод				ЗН	ЗН	ЗН	ЗН	ЗН	Н/ЗН	ЗН	Н/ЗН	Выбод		дисперсия адекватна	Выбод		модель адекватна			
уравнение регрессии (нелинейная квадратная модель)											уравнение регрессии (линейная модель)									
Y=40+b1x1+b2x2+b3x3+b12x1x2+b13x1x3+b23x2x3+b123x1x2x3											Y=26-0,74x1-0,73x2-3,39x3-0,48x1x2-0,53x2x3									

Рис. 3. Матрица планирования эксперимента

Данная матрица была построена на основе априорной информации с заранее заданными результатами опытов (см. табл. 1). Представленная в матрице математическая модель есть функция (уравнение регрессии)  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ , которая связывает изучаемый параметр со значениями факторов.

Так как факторы процесса неоднородны и имеют различные единицы измерения, а числа выражающие величины факторов, имеют различные порядки, их следует привести к единой системе исчисления путем перехода от действительных значений факторов к кодированным.

После заполнения плана матрицы, проведена его проверка на удовлетворение следующим свойствам: симметричность относительно центра эксперимента, условия нормировки, ортогональность. Схематично алгоритм действий, направленный на проверку удовлетворения свойствам, можно изобразить в форме модели, представленной на рис. 4.

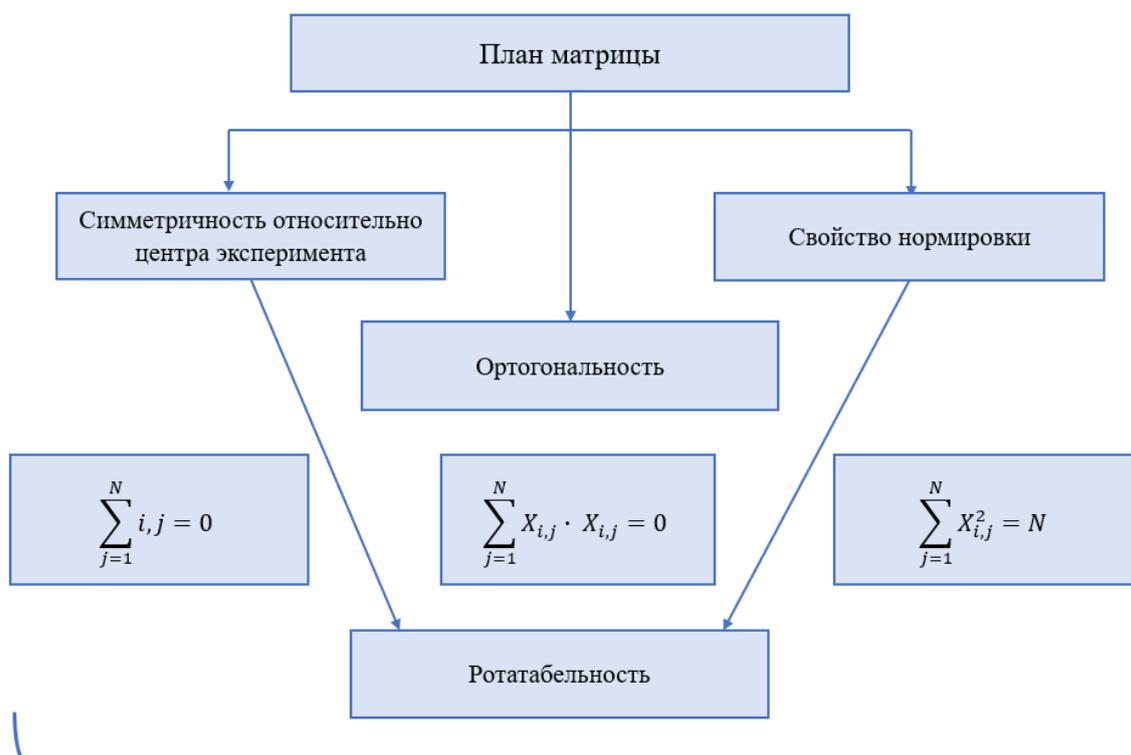


Рис. 4. Якорь свойств плана матрицы

Представленная на рис. 4 модель изображена в форме якоря, как символа, необходимого для удержания определенных свойств. Следовательно, если матрица не удовлетворяет данным свойствам, то процесс дальнейшего продолжения решения теряет всякий смысл.

Для оценки отклонения показателя параметра оптимизации от среднего значения была вычислена дисперсия воспроизводимости по данным  $t$  параллельных наблюдений матрицы планирования в каждой точке. Проведена проверка однородности вычисленной дисперсии по критерию Кохрена. Модель обработки результатов эксперимента представлена на рис. 5.

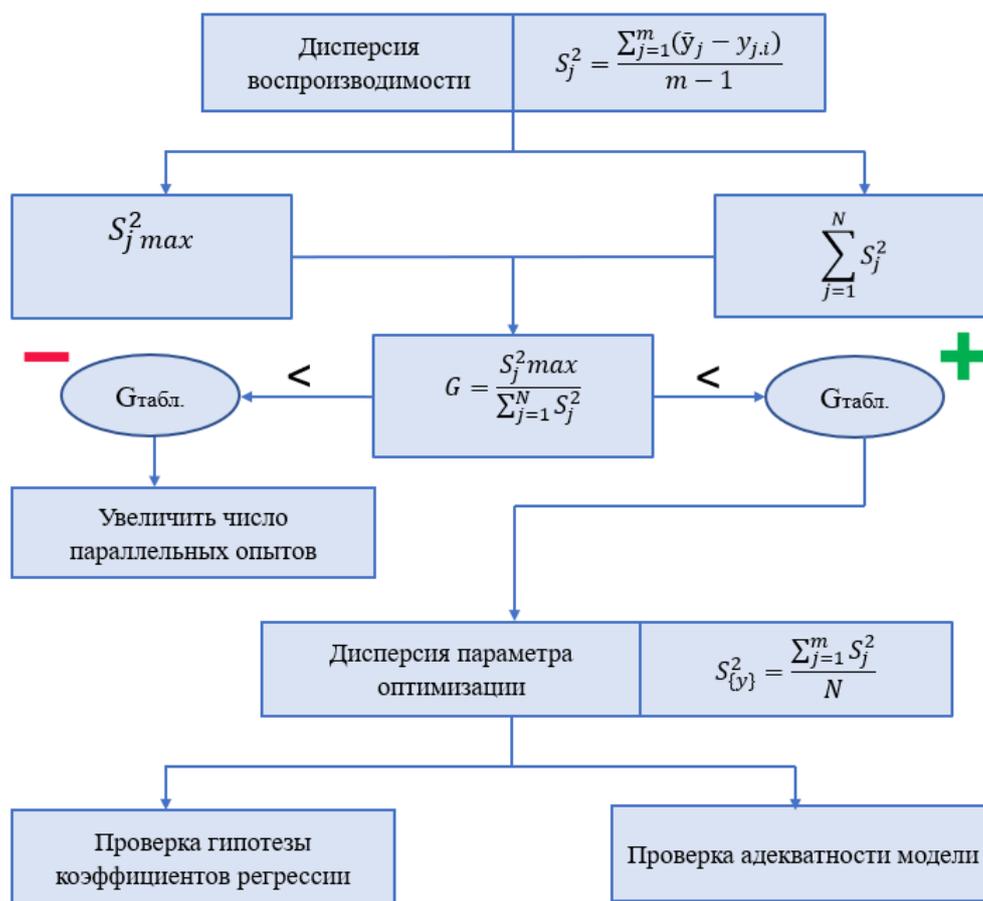


Рис. 5. Модель обработки результатов эксперимента

Данная модель представляет собой последовательность действий, начиная от нахождения дисперсии воспроизводимости и заканчивая определением дисперсии оптимизации, содержит рекомендации, если проверка гипотезы о воспроизводимости измерений дала отрицательный результат, а также дальнейший план действий при положительном исходе.

В результате прохождения данных этапов получено уравнение регрессии, представленное в кодированных переменных:

$$\gamma = 26,6 - 0,74\chi_1 - 0,73\chi_2 - 3,39\chi_3 - 0,48\chi_1\chi_2 - 0,53\chi_2\chi_3 \tag{1}$$

Данное уравнение было проверено на адекватность. В результате осуществления проверки модели на адекватность, найдено значение изучаемого параметра по полученному уравнению регрессии и расчетное значение критерия Фишера.

На заключительном этапе эксперимента проведена интерпретация полученной модели. Уравнение свидетельствует, что наиболее сильное влияние оказывает взаимодействие факторов  $\chi_1\chi_2$  – величины деформации и температуры термофиксации, так как данное взаимодействие имеет наибольший по величине коэффициент. После данного взаимодействия по силе влияния на отклик (относительное удлинение при разрыве обувных материалов из синтетической кожи) следует парное взаимодействие факторов  $\chi_2\chi_3$ , где фактор  $\chi_2$  – температура термофиксации,  $\chi_3$  – время термофиксации.

Так как коэффициенты  $\chi_1$ ,  $\chi_2$ ,  $\chi_3$ ,  $\chi_1\chi_2$ ,  $\chi_2\chi_3$  имеют отрицательные значения, это означает, что с уменьшением данных факторов и перечисленных взаимодействий значение отклика будет возрастать.

Преобразовав уравнение (1), получаем его окончательный вид в натуральных переменных:

$$\gamma = 1,1 \cdot F + 0,16 \cdot T + 0,49 \cdot L - 0,01 \cdot F \cdot T - 0,012 \cdot T \cdot L + 17,63$$

В целях доказательства адекватности модели строим точечную диаграмму уравнения регрессии (линейную модель), представленную на рис. 6.

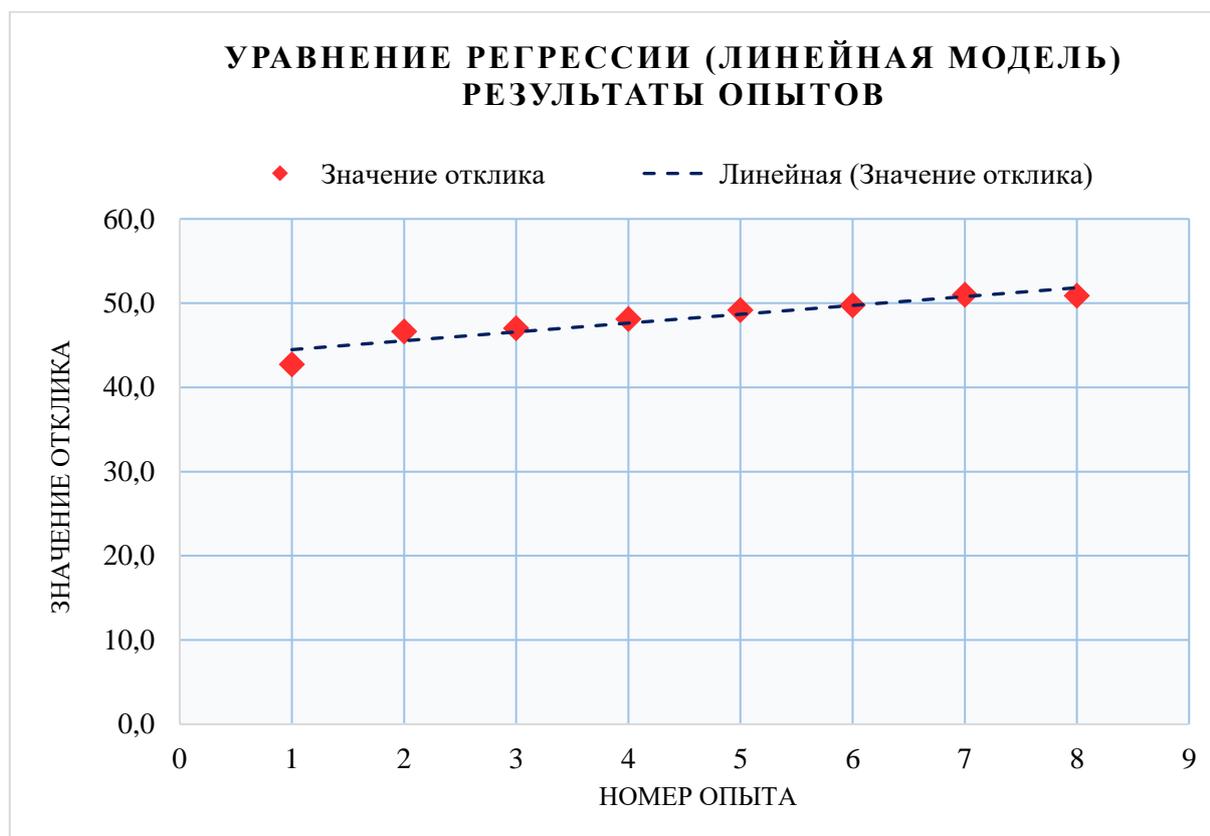


Рис. 6. Точечная диаграмма уравнения регрессии модели

Из рис. 6 видно, что разброс в точках такого же порядка, что и разброс относительной линии, следовательно, уравнение считается линейным, а построенная на основе метода DOE модель считается пригодной для использования.

### Заключение

В ходе проведённого эксперимента были построены планы с использованием методов DOE с учетом взаимодействия таких факторов, как величина деформации, продолжительность и температура термофиксации, определение оптимальных значений которых было необходимо для оценки влияния реакции обувных материалов на разрыв при производстве обуви из синтетической кожи. Использование таких методов, как Design of Experiments (DOE), базирующихся на когнитивном аппарате, позволяет организациям повысить эффективность управления технологическим процессом и достичь поставленной цели. Таким образом, практическое использование современных управленческих решений, построенных на основе когнитивных и информационных технологий с привлечением математического инструментария, позволяет обеспечить устойчивое развитие предприятия и занять достойную конкурентную позицию на рынке [15].

### Литература

1. Chudnova O., Lubchunlko E. Modeling material flows as basic tool for enhancing company's efficiency during crisis // AER-Advances in Engineering Research., 2017. Vol. 133. PP. 142-147.
2. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года: проект документа. Режим доступа:
  1. <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/50795.html/> (дата обращения 24.11.2019).
  2. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года: документ Минэкономразвития России. Режим доступа:
  3. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_144190/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144190/) (дата обращения 25.11.2019).

4. *Сергеева И.Г., Сидоранова А.Д.* Оценка эффективности стратегии инновационного развития организации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2019. № 2(37). С. 99-109.
5. *Сергеева И.Г., Орлова О.П.* Оценка эффективности стратегии инновационного развития организации // Экономика и управление. 2017. № 7(141). С. 35–40.
6. Ближе к клиенту: ключевые тренды и перспективы российского рынка моды: презентация / Fashion Consulting Group. 2019. Режим доступа: [https://cpm-moscow.com/wp-content/uploads/sites/5/2019/03/FCG\\_Anna-Lebsak-Kleimans\\_02.19.pdf](https://cpm-moscow.com/wp-content/uploads/sites/5/2019/03/FCG_Anna-Lebsak-Kleimans_02.19.pdf) (дата обращения 05.12.2019).
7. Российский обувной рынок: Исследование компании. «Обувь России», 2017. Режим доступа: [http://obuvrus.ru/upload/iblock/fee/%D0%91%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%822017\\_28-32.pdf](http://obuvrus.ru/upload/iblock/fee/%D0%91%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%822017_28-32.pdf) (дата обращения 06.12.2019).
8. Анализ рынка обуви в России: Исследование Маркетингового агентства DISCOVERY Research Group, 2019. Режим доступа: <https://drgroup.ru/235-issledovanie-rossiiskogo-rynka-obuvi.html> (дата обращения 06.12.2019).
9. *Потсулин А.Д., Шилов А.С.* Автоматизированные системы управления качеством обувной продукции // Дни науки: сборник материалов научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, май-апрель 2018 г. Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального ун-та. 2018. С.135-139.
10. «61.060 Обувь»: каталог национальных стандартов. «NormaCS». Режим доступа: <https://www.normacs.ru/> (дата обращения 15.12.2019).
11. *Akberdin A.A., Kim A.S., Sultangaziev R.B.* Experiment Planning in the Simulation of Industrial Processes // *Steel in Translation*. 2018. Vol. 48. PP. 573–577.
12. *Адлер Ю.П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / *Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский*. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Наука. 1976. 280 с.
13. *Shahzad A.* Statistical Analysis of Yarn to Metal Frictional Coefficient of Cotton Spun Yarn Using Taguchi Design of Experiment // *Journal of Strain Analysis for Engineering Design*. 2018. Vol. 5. PP. 485-493.
14. *Kumar A., Gulati V.* Experimental Investigation and Optimization of Surface Roughness in Negative Incremental Forming // *Measurement*. 2019. Vol. 131. PP. 419-430.
15. *Сергеева И.Г., Духанина Д.О.* Использование логарифмических функций для построения моделей устойчивого развития промышленных предприятий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2015. № 3(22). С. 132-143.

### References

1. Chudnova O., Lubchunlo E. Modeling material flows as basic tool for enhancing company's efficiency during crisis // *AER-Advances in Engineering Research*. 2017. Vol. 133. PP. 142-147.
2. Strategiya razvitiya legkoj promyshlennosti v Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda: proekt dokumenta. Rezhim dostupa:
  1. <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/50795.html/> (data obrashcheniya 24.11.2019).
  2. Prognoz dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda: dokument Minekonomrazvitiya Rossii. Rezhim dostupa:
    3. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_144190/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144190/) (data obrashcheniya 25.11.2019).
    4. *Sergeeva I.G., Sidoranova A.D.* Otsenka effektivnosti strategii innovatsionnogo razvitiya organizatsii // *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment*. 2019. № 2(37). S. 99-109.
    5. *Sergeeva I.G., Orlova O.P.* Otsenka effektivnosti strategii innovatsionnogo razvitiya organizatsii // *Ekonomika i upravlenie*. 2017. № 7(141). S. 35–40.
    6. Blizhe k klientu: klyuchevye trendy i perspektivy rossiiskogo rynka mody: prezentatsiya / Fashion Consulting Group. 2019. Rezhim dostupa: [https://cpm-moscow.com/wp-content/uploads/sites/5/2019/03/FCG\\_Anna-Lebsak-Kleimans\\_02.19.pdf](https://cpm-moscow.com/wp-content/uploads/sites/5/2019/03/FCG_Anna-Lebsak-Kleimans_02.19.pdf) (data obrashcheniya 05.12.2019).
    7. Rossiiskii obuvnoi rynek: Issledovanie kompanii. «Obuv' Rossii», 2017. Rezhim dostupa: [http://obuvrus.ru/upload/iblock/fee/%D0%91%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%822017\\_28-32.pdf](http://obuvrus.ru/upload/iblock/fee/%D0%91%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%822017_28-32.pdf) (data obrashcheniya 06.12.2019).
    8. Analiz rynka obuvi v Rossii: Issledovanie Marketingovogo agentstva DISCOVERY Research Group, 2019. Rezhim dostupa: <https://drgroup.ru/235-issledovanie-rossiiskogo-rynka-obuvi.html> (data obrashcheniya 06.12.2019).
    9. *Potsulin A.D., Shilov A.S.* Avtomatizirovannye sistemy upravleniya kachestvom obuvnoi produktsii // Dni nauki: sbornik materialov nauchno prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, mai-aprel' 2018 g. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevostochnogo federal'nogo un-ta. 2018. S.135-139.
    10. «61.060 Obuv'»: katalog natsional'nykh standartov. «NormaCS». Rezhim dostupa: <https://www.normacs.ru/> (data obrashcheniya 15.12.2019).
    11. *Akberdin A.A., Kim A.S., Sultangaziev R.B.* Experiment Planning in the Simulation of Industrial Processes // *Steel in Translation*. 2018. Vol. 48. PP. 573–577.

12. Adler Yu.P. Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal'nykh uslovii / Yu.P. Adler, E.V. Markova, Yu.V. Granovskii. 2-e izd., pererab. i dop. Moskva: Nauka. 1976. 280 s.
13. Shahzad A. Statistical Analysis of Yarn to Metal Frictional Coefficient of Cotton Spun Yarn Using Taguchi Design of Experiment // *Journal of Strain Analysis for Engineering Design*. 2018. Vol. 5. PP. 485-493.
14. Kumar A., Gulati V. Experimental Investigation and Optimization of Surface Roughness in Negative Incremental Forming // *Measurement*. 2019. Vol. 131. PP. 419-430.
15. Sergeeva I.G., Dukhanina D.O. Ispol'zovanie logarifmicheskikh funktsii dlya postroeniya modelei ustoichivogo razvitiya promyshlennykh predpriyatii // *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment*. 2015. № 3(22). S. 132-143.

*Статья поступила в редакцию 17.01.2020 г*