УДК: 675.055.1

КҮН ЯРИМ МАҲСУЛОТИНИ ЙЎНАЛТИРУВЧИ СИРТ ОРҚАЛИ ИШЛОВ БЕРИШ СОҲАСИГА РАВОН УЗАТИШНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

Бахадиров Ғайрат Атаханович

ЎзР ФА М.Т.Ўрозбоев номидаги Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти, т.ф.д., проф.

Email: instmech@rambler.ru

Мусиров Махмаражаб Уралович

Тошкент халқаро молиявий бошқарув ва технологиялар университети, т.ф.ф.д. (PhD)

Email: musirov.mech.1992@mail.ru

Элбоев Комил Элмурод ўғли

Тошкент халқаро молиявий бошқарув ва технологиялар университети,

Email: komil.elboyev54@gmail.com

Аннотация: Ушбу мақолада кўн ярим маҳсулотини сиқувчи вал жуфтликлари зонасига йўналтирувчи сирт орқали узатиш жараёни экспериментал жиҳатдан ўрганилди. Тадқиқот жараёнида транспортер торларининг чизиқли тезлиги ва маҳсулот билан йўналтирувчи сирт орасидаги ишқаланиш хоссалари асосий таъсир этувчи омиллар сифатида кўриб чиқилди. Экспериментал таҳлиллар ва олинган регрессия моделларидан келиб чиқиб, тезлик омилининг узатиш самарадорлигини яхшилашга ижобий таъсир кўрсатиши, аммо ишқаланиш даражасининг ошиши бу ижобий эффектни камайтириши аниқланди. Шунингдек, юқори ишқаланиш шароитида тезликни ошириш маҳсулотнинг барқарор узатилишини таъминламаслиги, аксинча узатиш жараёнида беқарорлик ва маҳсулотнинг тўпланиб қолиши хавфини ошириши кўрсатилди. Натижалар узатиш жараёнини оптималлаштиришда тезлик ва ишқаланиш параметрларини биргаликда ҳисобга олиш зарурлигини, шунингдек амалий чоралардан фойдаланиш – масалан, сирт хусусиятларини яхшилаш ва намликни назорат қилиш – самарани сезиларли яхшилашини исботлайди. Тадқиқот ишлари саноат шароитида маҳсулот сифати ва технологик самарадорликни оширишга йўналтирилган тавсиялар беради ҳамда келгусида моделни кенгайтириш ва сонли симуляциялар билан қўллаб-қувватлаш учун асос яратади.

Калит сўзлар: кўн ярим маҳсулоти; йўналтирувчи сирт; сиқувчи валлар; транспортер торлари; Д-оптимал режалаштириш; регрессия модели.

ISSN 3030-3907

Abstract: This paper experimentally investigates the process of conveying semi-finished leather products to the zone of paired squeezing rollers via a guiding surface. During the study, the linear speed of the conveyor belts and the frictional properties between the product and the guiding surface were considered as the main influencing factors. Based on experimental analyses and the derived regression models, it was determined that the speed factor has a positive effect on improving conveying efficiency; however, an increase in the level of friction reduces this positive effect. Moreover, under high-friction conditions, increasing the speed does not ensure stable conveying of the product; on the contrary, it increases the risk of instability in the conveying process and product accumulation. The results demonstrate that, in optimizing the conveying process, it is necessary to consider speed and friction parameters simultaneously, and that the application of practical measures - such as improving surface properties and controlling moisture - can significantly enhance performance. The research provides recommendations aimed at improving product quality and technological efficiency under industrial conditions and creates a basis for further expansion of the model and its support through numerical simulations.

Keywords: semi-finished leather product; guiding surface; squeezing rollers; conveyor belts; D-optimal design; regression model.

Аннотация: В данной статье экспериментально исследуется процесс подачи полуфабриката кожи в зону пары сжимающих валков через направляющую поверхность. В ходе исследования линейная скорость транспортерных лент и фрикционные свойства взаимодействия продукта с направляющей поверхностью рассматривались как основные влияющие факторы. На основе экспериментальных исследований и полученных регрессионных моделей установлено, что фактор скорости оказывает положительное влияние на повышение эффективности подачи, однако увеличение уровня трения снижает данный положительный эффект. Кроме того, при условиях повышенного трения увеличение скорости не обеспечивает устойчивой подачи продукта, а наоборот, повышает риск неустойчивости процесса и накопления материала. Показано, что при оптимизации процесса подачи необходимо совместно учитывать параметры скорости и трения, а также применять практические меры, такие как улучшение свойств поверхности и контроль влажности, что позволяет существенно повысить эффективность процесса. Полученные результаты дают рекомендации, направленные на повышение качества продукции и технологической эффективности в промышленных условиях, а также создают основу для дальнейшего

ISSN 3030-3907

расширения модели и ее подтверждения с использованием численного моделирования.

Ключевые слова: полуфабрикат кожи; направляющая поверхность; сжимающие валки; транспортерные ленты; D-оптимальное планирование; регрессионная модель.

КИРИШ

Ҳозирги вақтда кўн ярим маҳсулотини механик ишлов бериш соҳасига узатиш ва ишлов бериш технологик жараёнларини амалдаги технологик валли машиналарда ташувчи транспортёр ва сиқувчи ишчи валлар бажаради. Ушбу технологик жараёнлар ишлов берилаётган кўн ярим маҳсулоти сифатига катта таъсир кўрсатади. Шунинг учун уларнинг ҳар бири бажарилгандан сўнг кўн ярим маҳсулоти ҳолатини таҳлил қилиш зарур. Кўнчилик саноатида экспериментал тадқиқотлар мураккаб кўп факторли муаммоларни ҳал қилишга қаратилган бўлиб, уларнинг натижаси кўн ярим маҳсулотини қайта ишлаш технологик жараёнларининг рационал режимларини аниқлайди. Кўн ярим маҳсулотларининг физик-механик хусусиятлари таркибидаги суюқлик миқдорига қараб ўзгаради. Бинобарин, кўн ярим маҳсулотини ишлов бериш соҳасига узатиш ва кўн ярим маҳсулотига механик ишлов бериш жараёни технологик ишлов бериш жараёнларининг сифатига, масалан, экспериментни режалаштириш, фойдали юзасини кўпайтириш ва қуритиш жараёнига сезиларли таъсир кўрсатади [1-3].

Экспериментал тадқиқотлар учун, кўн ярим маҳсулотни ишлов бериш соҳасига узатиш ва ишлов берувчи валли машина қурилмаси, ЎзР ФА Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институтида (МИСМИ да) ишлаб чиқилган (1-расм).

Бу валли машинанинг янги конструксияси ихтиро ва фойдали моделлари учун ЎзР патентлари билан ҳимояланган [3]. Ушбу валли машина намликка тўйинган кўн ярим маҳсулотларини ишлов бериш соҳасига узатиш ва механик ишлов бериш, технологик жараённинг самарадорлиги ва унга таъсир етувчи турли омилларни аниқлаш учун мўлжалланган.

ISSN 3030-3907



1 – расм. Кўн ярим маҳсулоти ишлов бериш соҳасига йўналтирувчи экспериментал қурилма

Шуни таъкидлаш керакки, экспериментал қурилмани ишлаб чиқишда ишчи валларнинг ва йўналтирувчи мосламанинг рационал параметрлари, транспортер торларининг тезлиги ва бошқа параметрлар ҳисобга олинган. Кўн ярим маҳсулотини механик ишлов бериш соҳасига бурмаларсиз равон узатиш учун ишлаб чиқилган қурилма, кўнчилик саноатида кўн ярим маҳсулотларига ишлов бериш жараёнида юқори самарали янги технологиянинг технологик жараёнини ўрганиш имконини беради.

Эксперимент тадқиқот натижаларини олиш учун К.Кано дизайн матрицаси ёрдамида иккинчи даражали Д-оптимал режалаштириш усули ишлатилган. Априор маълумотлари асосида кўн ярим маҳсулотини механик ишлов бериш соҳасига узатиш жараёни, иккита омилни ҳисобга олган ҳолда ўрганилди: $x_1(f)$– кўн ярим маҳсулоти ва йўналтирувчи сирт орасидаги ишқаланиш коэффициенти; $x_2(V)$– транпортер торларининг чизиқли тезлиги, м/с; ишқаланиш коэффициентининг ўзгариш диапазони 0,1 дан 0,9 гача; сиқиш валларининг айланиш тезлиги эса 0,17 дан 0,34 м/с гача танланган.

Тажрибани ўтказишдан олдин, керакли аниқликни таъминлаган математик статистика усуллари ёрдамида керакли ўлчовлар сони (такрорланишлар сони) танлаб олинган. Эксперимент тадқиқот режаси К.Канонинг икки факторли матрицаси бўйича тузилган. Бу факторлар формулага мувофиқ қуйидагича ифодаланади [4]:

$$x_i = \frac{c_i - c_{i0}}{t_0}. \qquad (1)$$

ISSN 3030-3907

бу ерда x_i – омиллар қийматларини кодлаш; c_i, c_{i0} – омилнинг жорий ва нол даражадаги натурал қийматлари; t_0 – омил ўзгариши интервалининг натурал қиймати.

Аппроксимацияловчи полином функциялар қуйидагича аниқланади [5]:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{k} b_i x_i + \sum_{i,j=1}^{k} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{k} b_{ii} x_i^2 , \qquad (2)$$

бу ерда y – кодланган шаклда чиқарилган фойдали юза миқдори; b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – регрессия коэффициентлари. Эксперимент факторининг ўзгариши даражалари ва интерваллари 1 – жадвалда кўрсатилган.

1 – жадвал

Эксперимент факторининг ўзгариш қийматлари ва интерваллари

Индекс	Факторлар қиймати	Факторларнинг бошланғич қийматлари	
		x_1,	x_2, *м/с*
Юқори даража	+	0,9	0,34
Ўрта даража	0	0,5	0,255
Қуйи даража	–	0,1	0,17
Интервал ўзгариши		0,4	0,085

2 – жадвал

Тажрибанинг чиқувчи параметри

Белгиланиши	Номланиши	Қиймати
ΔL	Кўн ярим маҳсулотининг йўналтирувчи мослама устидаги ҳаракатланиш масофаси	%

3 – жадвал

Тажрибаларни режалаштириш матрицаси

№	f, x_1	V, x_2	Ўлчов натижалари, %						$\sum_1^n (y-\bar{y})^2$	$S^2_{ош}$	y_p	$\bar{y}-y_p$	$(\bar{y}-y_p)^2$
			y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	$\bar{y}$					
1	0	0	62	55	59	57	63	59,2	44,8	11,2	57,7	1,5	2,25
2	+	+	48	51	45	47	46	47,4	21,2	5,3	45,8	1,6	2,56
3	–	+	98	97	99	100	99	98,6	5,2	1,3	96,2	2,4	5,76
4	–	–	82	86	83	85	81	83,4	17,2	4,3	81,6	1,8	3,24
5	+	–	27	26	31	34	36	30,8	74,8	18,6	32,3	-2,5	6,25

ISSN 3030-3907

6	+	0	46	44	47	48	45	46	10	2,5	44,0	2	4
7	0	+	81	83	85	84	83	83,2	8,8	2,2	81,5	1,7	2,89
8	–	0	89	92	93	91	88	90,6	17,2	4,3	88,4	2,2	4,84
9	0	–	75	73	77	74	76	75	10	2,5	73,0	2	4
									Σ209,2	Σ52,2			Σ35,79

Тажриба натижаларининг аниқлиги кўп жихатдан кириш ва чиқиш параметрларининг назорати ва уларнинг доимийлигига боғлиқ. Шунинг учун ҳар бир тажрибани ўтказишда кўн ярим маҳсулоти ва ишлов берувчи машинанинг кирувчи ва чиқувчи параметрларини қайта – қайта назорат қилиш зарур.

Тажрибаларни режалаштириш матрицаси тузиб олинди. Яъни, кўн ярим маҳсулотининг ишлов бериш соҳасига узатишнинг математик ҳисоблари (фоиз улушида) 3-жадвалда келтирилган. Дисперсиянинг бир хиллиги Кохрен критерияси ёрдамида $\alpha = 0{,}95$ ишонч даражасида амалга оширилади [4]. N умумий ўзгарувчилар сонини ва $k = n - 1$ эркинлик даражалари сонини билган ҳолда, 4.3-жадвалдаги қийматларни ҳисоблаймиз, биз G_T=0,358 ни топамиз. Бу ерда $N = 9$, $k = n - 1 = 5 - 1 = 4$, $n -$ параллел экспериментлар сони.

4-жадвалда b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} регрессия коеффициентларини аниқлаймиз.

4 – жадвал

Регрессия коеффициентларини аниқлаш

№	f, x_1	V, x_2	Коеффициентлар учун факторлар						
			b_0	b_{11}	b_{22}	b_1	b_2	b_{12}	$\bar{y}$
1	0	0	0,5772	–0,3234	–0,3234	0	0	0	59,2
2	+	+	–0,1057	0,1691	0,1691	0,1961	0,1961	0,25	47,4
3	–	+	–0,1057	0,1691	0,1691	–0,1961	0,1961	–0,25	98,6
4	–	–	–0,1057	0,1691	0,1691	–0,1961	-0,1961	0,25	83,4
5	+	–	–0,1057	0,1691	0,1691	0,1961	-0,1961	–0,25	30,8
6	+	0	0,2114	0,1617	–0,3383	0,1078	0	0	46
7	0	+	0,2114	–0,3383	0,1617	0	0,1078	0	83,2
8	–	0	0,2114	0,1617	–0,3383	–0,1078	0	0	90,6
9	0	–	0,2114	–0,3383	0,1617	0	–0,1078	0	75

Кўн ярим маҳсулоти учун регрессия коэффициентлари b_0 = 68,90326; b_{11}= – 6,44098; b_{22}= 4,159; b_1 = – 25,16; b_2 = 7,0768; b_{12} = 0,35 га тенг.

Бундан келиб чиқадики, тадқиқот натижалари такрорланади.

ISSN 3030-3907

$$S_{ош}^{\ 2} = \frac{\sum_{1}^{n}(y-\bar{y})^2}{n-1} = 3{,}082, \quad (3)$$

$$\sum_{1}^{N} S_i^2 = \frac{\sum_{1}^{N}\sum_{1}^{n}(y-\bar{y})^2}{N(n-1)} = 52{,}2, \quad (4)$$

$$G_p = \frac{S_{max}^2}{\sum_{1}^{N} S_i^2} = \frac{18{,}6}{52{,}2} = 0{,}35632 < G_T = 0{,}358. \quad (5)$$

Кўн ярим маҳсулоти учун, қуйидаги регрессия тенгламасини оламиз:

$$y = 68{,}90326 - 6{,}44098x_1^2 + 4{,}159x_2^2 - 25{,}16x_1 + 7{,}0768x_2 - 0{,}35x_1x_2 \quad (6)$$

$x_1 = \frac{f-0{,}5}{0{,}4}$, $x_2 = \frac{V-0{,}255}{0{,}085}$ тенгликни ўрнига қийматларни қўямиз.

Бу ерда f – кўн ярим маҳсулоти ва йўналтирувчи сирт орасидаги ишқаланиш коэффициенти; V – кўн ярим маҳсулотнинг ўзгармас чизиқли тезлиги.

Натижалар олинган тенгламаларнинг адекватлиги ҳақидаги гипотезага биноан, ишонч даражаси $\alpha = 0{,}95$ бўлган Фишер критерияси ёрдамида текширилди [4, 5, 6]:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S^2\{y\}} < F_T. \quad (7)$$

Бу ерда $S_{ад}^2$ – қолдиқ дисперсия ёки адекватлик дисперсияси; $S^2\{y\}$ – такрорланувчан дисперсия.

$S_{ад}^2$ ва $S^2\{y\}$ ни 3 –жадвалдан аниқлаймиз.

$$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{1}^{N} n(\bar{y}-y_p)^2}{N - \frac{(k+2)(k+1)}{2}} = 59{,}65. \quad (8)$$

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{1}^{N}\sum_{1}^{n}(y-\bar{y})^2}{N(n-1)} = 23{,}25. \quad (9)$$

Фишер критериясининг адекватлик модели:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S^2\{y\}} = \frac{59{,}65}{23{,}25} = 2{,}565 < F_T = 2{,}880. \quad (10)$$

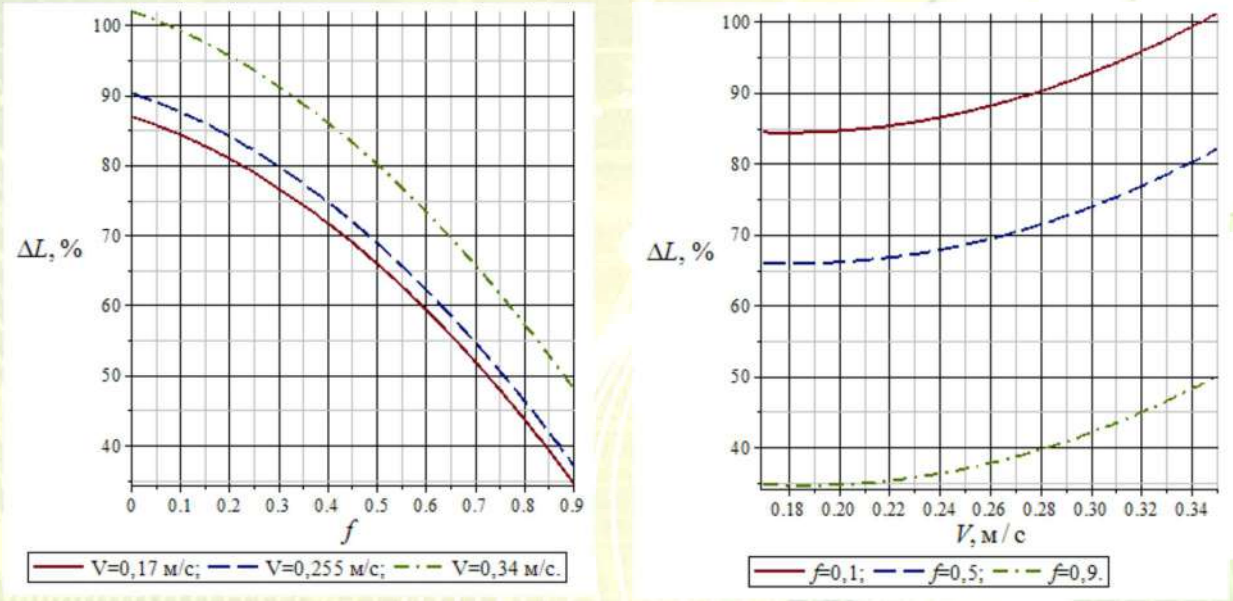
Бу ерда N – умумий экспериментлар сони; k – ўзгарувчилар сони; n – экспериментдаги такрорланишлар сони; y_i – алоҳида кузатишлар сони; $\bar{y}$ – эксперимент натижасининг ўртача арифметик қиймати; y_p – мезонларнинг регрессия тенгламаси бўйича ҳисобланган қиймати.

ISSN 3030-3907

Шундай қилиб, регрессия тенгламасини 95% ишончлилик даражаси билан мос деб ҳисоблаш мумкин, бу кодлашдан кейин номланган шаклда қуйидаги шаклга эга. Кўн ярим маҳсулотни ишлов бериш соҳасига узатувчи қурилма учун регрессия тенгламаси:

$$\Delta L = 106{,}198 - 40{,}25 f^2 + 575{,}57 V^2 - 20{,}034 f - 205{,}058 V - 10{,}568 fV \,. \qquad (11)$$

Олинган (11) регрессия тенгламасининг график ечимини танлаб олинган тезликлар ва ишқаланиш коэффициентларига мос ҳолда Maple 18 график дастур ёрдамида тасвирлаймиз (2 – расм).



2 – расм. Кўн ярим маҳсулоти фойдали юзасининг узатувчи тезлик ва ишқаланиш коэффициентига боғлик график ечими

Графиклардан кўринадики, кўн ярим маҳсулотини сиқувчи вал жуфтликлари орасига узатиш самарадорлиги ΔL ишқаланиш коэффициенти f ортиши билан камаяди ва транспортер торларининг чизиқли тезлиги B ортиши билан ошади. Бироқ ишқаланиш коэффициенти юқори бўлган ҳолатларда ($f \geq 0.6$) тезликни ошириш узатиш самарадорлигига сезиларли таъсир кўрсатмайди. Энг юқори ΔL қийматлар паст ишқаланиш ($f \leq 0.5$) ва ўртача тезликлар ($V \approx 0.2$ м/с) да кузатилади. Натижалар узатиш жараёнини барқарор амалга ошириш учун тезлик ва ишқаланиш омилларини ўзаро боғлиқ ҳолда оптималлаштириш зарурлигини кўрсатади.

Хулоса. Йўналтирувчи мослама ва кўн ярим маҳсулоти орасидаги ишқалиш коэффициенти f = 0,1 ва транспортер торларининг максимал чизиқли тезлиги V = 0,34 м/с бўлганда кўн ярим маҳсулоти йўналтирувчи сиртда сирпаниб ҳаракатланиб ишчи валлар соҳасига етказилар экан.

Ишқалиш коэффициенти f = 0,5 ва транспортер торларининг ўртача чизиқли тезлиги V = 0,255 м/с бўлганда кўн ярим маҳсулоти йўналтирувчи сиртнинг 60 % масофасини босиб ўтар экан.

ISSN 3030-3907

Ишқалиш коэффициенти $f = 0,9$ ва транспортер торларининг чизиқли тезлиги $V = 0,17$ м/с бўлганда кўн ярим маҳсулоти йўналтирувчи сиртнинг 31 % масофасини босиб ўтар экан.

Эксперимент натижалари таҳлили шуни кўрсатадики, кўн ярим маҳсулотини сиқувчи вал жуфтликлари орасига йўналтирувчи сирт орқали етказиб бериш транспортер торларининг чизиқли тезлигини ошириш ҳисобига таъминланиши мумкин. Бироқ кўн ярим маҳсулотининг намлиги ортиши билан ишқаланиш коэффициентининг ошиб бориши ушбу ижобий таъсирни сезиларли даражада чеклайди. Хусусан, намлик даражаси юқори бўлган ҳолатларда маҳсулот билан йўналтирувчи сирт орасида ёпишиш ҳодисаси кучайиб, ҳаракатга қаршилик ортади ва натижада маҳсулотнинг узатиш жараёни беқарорлашади.

Тажрибалар шуни кўрсатдики, ишқаланиш коэффициенти маълум чегаравий қийматдан ошганда, транспортер тезлигини ошириш узатиш самарадорлигини яхшиламайди, аксинча маҳсулотнинг тўпланиб қолиши ва сирпанмасдан силжиши эҳтимолини оширади. Бу ҳолат сиқувчи вал жуфтликлари зонасига маҳсулотни равон етказиб беришда оптимал технологик режимларни танлаш зарурлигини кўрсатади. Шунинг учун, амалий шароитда транспортер торларининг чизиқли тезлиги ва йўналтирувчи сиртнинг ишқаланиш хусусиятлари ўзаро боғлиқ ҳолда оптималлаштирилиши лозим.

Олинган натижалар асосида кўн ярим маҳсулотининг намлик даражасини назорат қилиш, йўналтирувчи сирт материалини ишқаланиш коэффициенти паст бўлган қопламалар билан бажариш ҳамда транспортер тезлигини оптимал қийматларда ушлаб туриш маҳсулотни сиқувчи вал жуфтликлари орасига барқарор ва ишончли узатишни таъминлашнинг асосий шартлари эканлиги аниқланди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Бахадиров Г.А., Цой Г.Н., Набиев А.М., Умаров А.А. Экспериментальный механизм давления валкового стенда. Прогрессивные технологии и системы № 2 (73) . 2021 г. –С. 3-8.

2. Bahadirov, G., Musirov, M., & Nabiev, A. (2023). Determination of rational parameters of a device for leather feeding to the machining area. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(1 (122), 62–72. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277393.

3. Патент UZ № FAP 01658. Устройство для подачи листового материала в зону обработки. Бахадиров Г.А., Абдукаримов А., Бахадиров К.Г., Мусиров

ISSN 3030-3907

М.У., Сайдахметова Н.Б. Официальный бюллетень Агентства по интеллектуальной собственности РУз. 30.07.2021 г. №7 (243). – С. 119.
4. Jeff Wu CF, Michael S Hamada (2009) Experiments: planning, analysis, and optimization. – 2nd ed. USA.
5. Farooqa M. A., Nóvoa H., Araújoa A., Tavares S. M. O. (2016). An innovative approach for planning and execution of pre-experimental runs for Design of Experiments.
6. Luiz Paulo Fávero Patrícia Belfiore (2019) Data science for business and decision making. Design and Analysis of Experiments. doi.org/10.1016/B978-0-12-811216-8.00021-5.

ISSN 3030-3907