

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАЗРАВНИВАНИЯ СЕМЕННОГО ВОРОХА КЛЕВЕРА НА КОНВЕЙЕР СУШИЛКИ

**Раззаков Т.Х.,**

т.ф.н., доцент., КарИЭИ)

Каршинский инженерно-экономический институт., г.

Карши Республика (Узбекистан).

### АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты определения минимальную величину показателя неравномерности разравнивания вороха кормовых культур на конвейер сушилки. Для описания области оптимума в условиях неоднородностей уравнением регрессии второго порядка Боксом и Бенкиным разработаны ротатбельные трехуровневые планы. Порядок проведения опытов рандомизировался во времени как между блоками, так и внутри их. В эксперименте варьировались на трех уровнях три выделенных фактора. По найденным коэффициентам составили уравнение регрессии второго порядка, рассчитывали дисперсию неадекватности математической модели, проверяли однородность дисперсии по критерию Кохрена, производили расчет доверительных интервалов.

**Ключевые слова:** описание области оптимум, определения показатель, неравномерность, разравнивания, ворох кормовых культур, скорости подачи материала, конвейер, сушилка, эксперимент, фактор, критерия, коэффициент регрессии, уравнение регрессии, адекватность модели, параметр оптимизации, раскодирование.

### ABSTRACT

The article presents the results of determining the minimum value of the indicator of uneven leveling of a heap of forage crops on a drying conveyor. To describe the optimum region under conditions of heterogeneity using a second-order regression equation, Box and Benkin developed rotatable three-level plans. The order of the experiments was randomized in time both between and within blocks. In the experiment, three identified factors were varied at three levels. Based on the found coefficients, a second-order regression equation was compiled, the variance of the inadequacy of the mathematical model was calculated, the homogeneity of the variance was checked using the Cochran criterion, and confidence intervals were calculated.

Наиболее важным при сушке семенного вороха кормовых культур в конвейерной сушилке является равномерность разравнивания материала по всей площади конвейера, так как при этом ворох распределяется разрыхленным, равномерным по плотности и толщине слоем. Создание такого слоя повышает эффективность сушки, сокращает время сушки, расход топлива, энергоёмкость процесса и увеличивает производительность сушилки

Влияние нестабильности условий протекания сельскохозяйственных процессов, обусловленное действием неуправляемых факторов, может быть снижено применением методов планирования эксперимента в условиях неоднородностей [4,5]. Для описания области оптимума в условиях неоднородностей уравнением регрессии второго порядка Боксом и Бенкиным разработаны ротатабельные трехуровневые планы. Отличительной особенностью этих планов является то, что во всех строках плана какие-либо факторы находятся на нулевых уровнях. Трехуровневые планы Бокса - Бенкина в сравнении с ортогональными и ротатабельными планами более экономичны по числу опытов и обладают их свойствами.

Таким образом, был выбран трехуровневый план второго порядка Бокса - Бенкина для трех факторов, включающий 15 опытов. Матрица плана и результаты ее реализации приведены в приложении 13. Центр эксперимента был выбран с учетом данных реализации программы крутого восхождения в новой точке, которая расположена ближе к оптимальному значению отклика.

Порядок проведения опытов рандомизировался во времени как между блоками, так и внутри их. В эксперименте варьировались на трех уровнях три выделенных фактора (таб.1). Остальные факторы были зафиксированы на ранее установленных оптимальных значениях. Опыты проводились в трехкратной повторности. Расчет коэффициентов регрессии квадратичной модели описываемой области производили по формулам [1,2].

Таблица. 1

Факторы, интервалы и уровни их варьирования при описании области оптимума

Обозначение	Фактор	Интервалы и уровни варьирования			
		-1	0	+1	$\epsilon$
X <sub>4</sub>	Частота вращения барабана, рад/с	25	30	35	5
X <sub>5</sub>	Скорость подачи материала, м/с	4,0 · 10 <sup>-3</sup>	5,5 · 10 <sup>-3</sup>	7,0 · 10 <sup>-3</sup>	1,5 · 10 <sup>-3</sup>
X <sub>8</sub>	Толщина слоя вороха, Н·м	0,45	0,60	0,75	0,15

$$b_o = \bar{Y}_o = \sum_{u=1}^N \frac{Y_{ou}}{n_o}; b_i = 0,125 = \sum_{u=1}^N x_{iu} \cdot Y_u;$$

$$b_{ij} = 0,25 = \sum_{u=1}^N x_{iu} \cdot x_{ju} \cdot Y_u;$$

$$b_{ii} = 0,25 = \sum_{u=1}^N x_{iu}^2 \cdot Y_u - 0,0625 \sum_{l=1}^K \sum_{u=1}^N x_{ju} \cdot Y_u - 0,5Y_o$$

где  $x_{iu}$ ,  $x_{ju}$  - значение факторов в и-м опыте;

$\bar{Y}_o$  - среднее значение отклика в нулевых точках;

$n_o$  - число нулевых точек;

$N$  - общее число опытов в матрице плана;

$K$  - число факторов;

$Y_u$  - значение отклика в и-м опыте;

$Y_o$  - значение отклика в нулевых точках.

По найденным коэффициентам составили уравнение регрессии второго порядка

$$Y = 10,833 - 2,3625 X_4 + 3,175 X_5 + 3,2375 X_8 + 0,075 X_4 X_5 + 0,05 X_4 X_8 - 0,825 X_5 X_6 + 0,4085 X_4^2 + 1,7835 X_5^2 + 1,8585 \quad (1)$$

После расчета коэффициентов регрессии проверялась гипотеза об адекватности представления результатов опытов полиномом второго порядка. Адекватность модели второго порядка проверяли с помощью критерия Фишера.

По полученным данным рассчитывали дисперсию неадекватности математической модели

$$S_{LF}^2 = \frac{S \cdot S_{LF}}{f_{LF}} = \frac{m \sum_{u=1}^N \left( \bar{Y}_u - \hat{Y}_u \right)^2}{N - (K + 1)} = \frac{33,379}{15 - (3 + 1)} = 0,922$$

Дисперсия, характеризующая ошибку опыта, равна

$$S_y^2 = \frac{S \cdot S_y}{f_y} = \frac{m \sum_{u=1}^N \sum_{i=1}^m \left( \bar{Y}_{iu} - \hat{Y}_u \right)^2}{N - (K + 1)} = \frac{147,40}{30} = 4,31$$

Расчетное значение критерия Фишера равно

$$F_p = S_{LF}^2 / S_y^2 = 0,188$$

При 0,05 уровня значимости  $f_{LF} = 11$  и  $f_y = 30$  критерий Фишера равен – 2,1 [1].

Так как  $F_p < F_{m,0,05}$ , то гипотезу об адекватности описания уравнением (1) результатов эксперимента можно считать верной с 95%-ой вероятностью. Однородность дисперсия проверяли по критерию Кохрена.

$$G_y = \frac{S_{y\max}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2} = \frac{32,06}{147,40} = 0,217$$

Так как  $G_y = 0,217 < G_{m,0,05} = (2,15) = 0,3346$ , то гипотеза однородности дисперсии подтверждается.

Расчет доверительных интервалов производили по формулам [1,2].

$$\Delta_{ei} = \pm t S_{ei}; \quad S_{(eo)}^2 = \frac{1}{n_o} S_y^2; \quad S_{(ei)}^2 = \frac{1}{8} S_y^2;$$

$$S_{(eii)}^2 = \left[ \frac{1}{4} + \frac{1}{4n_o} \right] S_y^2; \quad S_{ij}^2 = \frac{1}{4} S_y^2;$$

где  $S_y^2$  - дисперсия, характеризующая ошибки опытов в матрице плана;

$S_{ei}^2$  - квадратичная ошибка коэффициента регрессии;

$\Delta_{ei}$  - доверительный интервал коэффициентов регрессии.

Результаты расчетов доверительных интервалов приведены в приложении 16. С учетом значимых коэффициентов уравнение регрессии имеет вид

$$Y = 10,833 - 2,3625 X_4 + 3,175 X_5 + 3,2375 X_8 + 1,7835 X_5^2 + 1,858 X_8^2 \quad (2)$$

Проверка полученной модели с помощью критерия Фишера отвергает гипотезу об адекватности описания ею результатов эксперимента, так как

$$F_p = 5,483 > F_{m,0,05} = 2,1$$

Для использования уравнения регрессии в качестве расчетной формулы и интерпретации результатов опытов по общепринятой методике произведено его раскодирование. После соответствующих преобразований было получено следующее уравнение

$$K_H = 59,5903 - 1,5475\omega - 4702,66V - 59,367h + 10 \omega V + 0,067 \omega h + 0,067 \omega h + 3666,67 V\omega + 0,016 \omega^2 + 792666,66V_n^2 + 82,67h^2 \quad (3)$$

где  $\omega$  – частота вращения барабана, рад/с;

$V$  – скорость подачи материала, м/с;

$h$  – толщина слоя вороха, м.

## ВЫВОДЫ

На основании вышеизложенного приходим к заключению, что для описания результатов эксперимента линейная модель не может быть принята, поэтому в дальнейших исследованиях с целью изучения и описания области оптимума линейного приближения недостаточно. Необходимо использовать планирование второго порядка, позволяющее получить представление о функции отклика с помощью полиномов второй степени.

Расчетные данные, полученные с помощью уравнения (3), хорошо согласуются с экспериментальными. Так, для опыта, проведенного при значениях факторов, соответствующих нулевым уровням, по уравнению (3) определена величина коэффициента неравномерности, равная 10,554%. В результате эксперимента по трем точкам плана Бокса-Бенкина, соответствующим нулевым значениям факторов, получена средняя величина неравномерности, равная 10,83%. Таким образом, расхождения опытных и вычисленных по уравнению (3) значений параметра оптимизации составляют меньше 3%.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. - Л.: Колос, 1980.- 168 с.
2. Раззаков Т.Х. Дозирование слоя вороха клевера в конвейерные сушилки и обоснование параметров загрузчика. Дисс...канд. тех. наук. -Горки,1988.-210с.
3. Раззаков Т.Х., Эргашев Г.Х., Тоштемиров С.Ж. Анализ процесса взаимодействия рабочего органа загрузчика с массой вороха трав // “Наука, техника и образование”. Научный журнал. -№ 2 (77). Россия. -2021 –С.21-25
4. Т.Х. Razzokov, S.J.Toshtemirov, Sh.A.Latipov Physico - mechanical properties of the seed pile of foddercrops. // CONMECHYDRO2022. IV-International scientific conference Construction mechanics, hydraulics & Water Resources engineering. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336504027>
5. Т.Х.Razzokov, S.J.Toshtemirov, A.Z.Kiyamov. The results of experimental studies of the working body of the loader pile of fodder crops. E3S Web of Conferences 410, 05028 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341005028>
6. Farmon Mamatov, Bakhadir Mirzaev, Akmal Karimov, Tura Razzokov, Shavkat Azizov and Golib Shodmonov. Potato digger with a digging workpart of the

- "Paraplaw" type. E3S Web of Conferences **365**, 04021 (2023)
7. Mamatov F.M, Rustamova N.R, Norchaev R, Karimov A, Razzokov T.X and Hamroev O.J. Kinematic mode of operation of the potato harvester auger. E3S Web of Conferences **365**, 04029 (2023).
8. Batirov Z., Toirov I. and Razzakov T. Technology of ridge formation on cotton fields with simultaneous fertilization. E3S Web of Conferences **365**, 04008 (2023)
9. Z.Batirov, T.Razzakov, F.Begimkulov and F.Boymuratov. Traction resistance of a ripper with a current distribution line. 2021 E3S Web of Conferences **264**, 04051
10. A.Kiyamov., D.Norchayev., T.Razzakov. Parametrs of the comb – forming machine with elastic rods. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Justification of machine parameters for ridge forming with simultaneous application offertilizers. 2021 y.
11. I.J.Toirov, Z.L.Batirov, and T.Razzakov. Physical and mechanical properties of anaerobic sealants E3S Web of Conferences 401, 03015 (2023) CONMECHYDRO-2023 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103015>
12. Z.Alimova, R.Akhmatjanov, N.Kholikova, & K.Karimova (2021). Ways to improve the anticorrosive properties of motor oils used in vehicles. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 05004). EDP Sciences.
13. Z.Alimova, N.Kholikova, & K.Karimova, & K.G.Karimova, (2021, October). Influence of the antioxidant properties of lubricants on the wear of agricultural machinery parts. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 868, No. 1, p. 012037). IOP Publishing
14. S.Toshtemirov, S.Mustafayev, A.Xo'jayev, I.Mamatkulov and F. Boboiev. Technology and machine parameters for preparing the soil for sowing cotton, E3S Web of Conferences **264**, 04046 (2021)
15. F.Mamatov, B.Mirzaev, S.Toshtemirov, O.Hamroyev, T.Razzaqov and I.Avazov. Study on the development of a machine to prepare the soil for cotton sowing on ridges, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **939** (2021)