

## РАЗРАВНИВАНИЯ СЕМЕННОГО ВОРОХА КОРМОВЫХ КУЛЬТУР НА КОНВЕЙЕР СУШИЛКИ

**Раззаков Т.Х.**

к.т.н., доцент. (КарИЭИ)

### АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования по определению минимальную величины неровности разравнивания вороха кормовых культур на конвейер сушилки. Кроме того представлены расчетные выражение уравнение регрессии и критерий Фишера и Стьюдента, а также результаты статистической оценки коэффициентов регрессии.

### ABSTRACT

The article presents the results of experiments conducted to find the optimal combination of the selected factors having the minimum value of the indicator of the uneven leveling of the pile on the dryer conveyor. In addition, expressions for calculating the regression coefficient, the Fisher and Student criteria, as well as the results of statistical estimates of the regression coefficient are given.

После проведения отсеивающего эксперимента и отбора наиболее значимых факторов для приближения их к области оптимального сочетания и нахождения наилучших условий для следующих исследований нами применялся метод крутого восхождения по поверхности отклика, основанной на движении из некоторой точки поверхности в направлении оптимума [1].

Для отыскания оптимального сочетания выделенных факторов, имеющих минимальную величину показателя неравномерности разравнивания вороха на конвейер сушилки, был проведен эксперимент, включающий 8 опытов, составляющий полуреплику полного факторного эксперимента вида  $2^3$ , а также выполнена программа крутого восхождения по поверхности отклика. Эксперимент проводился в трехкратной повторности в рандомизированном порядке. Матрица планирования такого эксперимента была построена по известной методике [2,6].

По результатам эксперимента были подсчитаны коэффициенты регрессии и проведена их статистическая оценка по зависимости [3].

$$b_o = \frac{\sum_{u=1}^N \bar{Y}_u}{N}; \quad b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} \cdot \bar{Y}_u}{N}; \quad b_{ij} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} \cdot x_{ij} \cdot \bar{Y}_u}{N}$$

$$S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^N \sum_{i=1}^K (Y_{iu} - Y_u)^2}{N(m-1)}; \quad S_{ei} = \sqrt{\frac{S_y^2}{N}}; \quad \pm \Delta b_i = \pm t S_{ei}$$

где  $\bar{Y}_u$  - среднее значение параметра оптимизации в опыте;

$N$  - количество опытов (число строк в матрице эксперимента);

$x_{iu}, x_{ij}$  - значения факторов в  $i$ -м опыте;

$m$  - число повторностей одного опыта (одной строки матрицы плана);

$Y_{iu}$  - значения критерия оптимизации в параллельных опытах (в  $i$ -ой строке);

$S_{ei}$  - квадратическая ошибка коэффициента регрессии;

$t$  - табличное значение  $t$ - критерия при числе средней свободы, с которым определялась  $S_y^2$ ;

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

$$b_o = 12,54; \quad b_4 = 0,84; \quad b_5 = +1,52; \quad b_8 = +0,82; \quad b_{45} = +1,50;$$

$$b_{48} = -0,38; \quad b_{58} = +0,18; \quad S_y^2 = 0,6365; \quad S_{LF} = 0,957;$$

$$S_{ei} = 0,2827; \quad \Delta b_i = \pm 2,12; \quad 0,2817 = 0,5995.$$

После определения коэффициентов регрессии была проверена их значимость. Данные для расчета значимости коэффициентов регрессии использованы из таблицы, в которой представлен алгоритм для расчета адекватности представления результатов эксперимента полиномом первой степени.

Сравнивая абсолютные значения коэффициентов регрессии ( $b_i$ ) с абсолютной величиной их доверительного интервала ( $\Delta b_i$ ), приходим к выводу, что существенное влияние на критерий оптимизации оказывает не только линейные эффекты, но и их парные взаимодействия.

Для проверки адекватности представленных результатов эксперимента полиномом первой степени необходимо определить расчетное значение

критерия Фишера и сравнить его с табличным. Расчетное значение критерия Фишера определяем по формуле [1,5].

$$F_p = \frac{S_{LF}^2}{S_y^2},$$

где  $S_{LF}$  - дисперсия неадекватности математической модели;

$F_p$  - расчетный критерий Фишера.

$S_{LF}$  определялась по формуле

$$S_{LF} = \frac{\sum_{u=1}^N \left( \bar{Y}_u - \hat{Y}_u \right)^2}{N - (K + 1)},$$

где  $\hat{Y}$  - теоретическое значение параметра оптимизации в

и-м опыте;

$K$  - число факторов.

Табличное значение  $F$  – критерия, равное 5,0, выбиралось из таблиц [1] для числа степеней свободы  $f_1 = N - m - 1 = 4$  и числе степеней свободы знаменателя

$$f_2 = N(K - 1) = 16$$

Для удобства все вычисления по оценке адекватности сведены в приложение 12, составленное с учетом рекомендаций [1]. Используя данные этого приложения, нетрудно установить, что  $S_{LF} = 0,957$ .

Тогда  $F_p = 1,504$ .

Табличное значение критерия Фишера для 5%-ного уровня значимости  $F_{0,05} = 3,0$  превышает величину оптимального значения этого критерия, поэтому гипотезу об адекватности линейной модели можно было бы принять. Однако для такого решения необходима проверка по второму критерию – нуль-гипотеза [1,2]. Для этого в центре эксперимента были поставлены дополнительно 9-ой и 10-й опыты. Результаты расчета среднего значения критерия оптимизации в двух этих опытах оказались равными  $Y_0 = 12,51$ . Нуль-гипотеза принимается, если разность  $v_o - \bar{V}_o$  не превышает ошибки эксперимента. Дисперсия ошибки эксперимента равна  $S_y^2 = 0,6365$ . Значимость этого различия проверяется по критерию Стьюдента

(t –критерию) [1,7].

$$t_{расч} = \frac{(\vartheta_o - Y_o) \sqrt{N}}{\sqrt{S_y^2}} = 0,106$$

где  $Y_o$  - среднее значение критерия оптимизации по опытам в центре эксперимента.

Табличное значение  $t$  – критерия при числе степеней свободы 16 для 0,05 уровня значимости равно 2,12, а расчетное значение составит  $t_p = 0,106$ . В результате сравнения значения  $t$  – критерия заключаем, что разность  $\vartheta_o - \bar{Y}_o$  недостоверна, гипотезу об адекватности линейной модели по второму критерию можно было бы принять. Однако парное взаимодействие  $v_{45}$  оказалось значимым; следовательно, изучаемый процесс нельзя описать линейной моделью. Согласно [4], линейная модель не является адекватной, если оказался значим хотя бы один из эффектов взаимодействия.

На основании изложенного 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.

Перед описанием изучаемого процесса моделью более высокого порядка необходимо вначале произвести крутое восхождение в область оптимума, для чего были поставлены дополнительные опыты, результаты которых представлены в нижней части матрицы. В качестве единичного шага было выбрано изменение величины скорости подачи материала (фактор  $X_5$ ), так как при этом значение коэффициента регрессии имеет наибольшее абсолютное значение по сравнению с другими. Величина единичного шага по другим факторам принималась пропорциональной величине принятого шага фактора  $X_5$ . Так как определялись параметры области оптимума, соответствующие минимальной величине параметра оптимизации, то шаговый процесс движения осуществления со знаками, сменными на обратные [1,2].

Проведенные опыты по программе крутого восхождения показали, что нулевая точка дала наилучшие результаты, при этом неравномерность разравнивания вороха составляла 9,50%, т.е. имеет самое минимальное значение. Дальнейший шаговый процесс в соответствии с программой приводит к росту параметра оптимизации [5,7].

## ВЫВОДЫ

Результаты крутого восхождения дают основание предполагать, что выбранный ранее центр эксперимента находится вблизи области оптимума.

В связи с этим центр эксперимента был оставлен прежним. Справедливость этого вывода подтверждает также анализ знаков и абсолютных величин коэффициентов регрессии. Интервал варьирования факторов и центр эксперимента выбраны правильно, так как абсолютные величины коэффициентов регрессии при факторах соизмеримы, при этом два из них имеют знак (+), а один – знак (-).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов.- Л.: Колос, 1980.- 168 с.
2. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский О.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – 2-е изд. перераб. и допол. М.: Наука, 1976. – 273 с.
3. Бродский В.З. Введение в факторное планирование эксперимента. М.: Наука, 1976.- 222 с.
4. Раззаков Т.Х. Дозирование слоя вороха клевера в конвейерные сушилки и обоснование параметров загрузчика. Дисс. ...канд.техн.наук. – Горки, 1988.- 210.
5. 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
6. Раззаков Т.Х., Эргашев Г.Х., Раззаков С.Т. Теоретический анализ процесса подачи вороха клевера на конвейер сушильной установки рабочим органом загрузчика. //Akademy. Научный журнал. № 3 (42). Россия - 2019.- С.23-24
7. РаззаковТ.Х.,ТоштемировС.Ж.,ЭргашевГ.Х.Обоснование конструктивных параметров пальцевых элементов рабочего органа загрузчика конвейерных сушилок. //Akademy. Научный журнал. № 5 (56). Россия - 2020-С.4-7