



## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 630\*232.315 + 631.362.3

*Г.Н. Вахнина, Е.Л. Шадрина,  
О.В. Терновская*

#### ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО КЛАССИФИКАТОРА НА ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТРАЕКТОРИИ НЕПРОХОДОВЫХ ЧАСТИЦ ПО ДАННЫМ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

*G.N. Vakhnina, E.L. Shadrina,  
O.V. Ternovskaya*

#### IMPROVED CLASSIFIER PARAMETERS' INFLUENCE ON LIMITING TRAJECTORIES OF NON-SIEVED PARTICLES ACCORDING TO REGRESSION ANALYSIS DATA

**Вахнина Г.Н.** – канд. техн. наук, доц. 208 каф. общепрофессиональных дисциплин Военно-воздушной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, г. Воронеж. E-mail: galina\_vahnina@mail.ru

**Шадрина Е.Л.** – ст. преп. 208 каф. общепрофессиональных дисциплин Военно-воздушной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, г. Воронеж. E-mail: galina\_vahnina@mail.ru

**Терновская О.В.** – канд. пед. наук, доц. 208 каф. общепрофессиональных дисциплин Военно-воздушной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, г. Воронеж. E-mail: galina\_vahnina@mail.ru

**Vakhnina G.N.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., 208-th Chair of All-Professional Disciplines, Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, Voronezh. E-mail: galina\_vahnina@mail.ru

**Shadrina E.L.** – Asst, 208-th Chair of All-Professional Disciplines, Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, Voronezh. E-mail: galina\_vahnina@mail.ru

**Ternovskaya O.V.** – Cand. Ped. Sci., Assoc. Prof., 208-th Chair of All-Professional Disciplines, Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, Voronezh. E-mail: galina\_vahnina@mail.ru

Одна из разновидностей предложенной ресурсосберегающей технологии комплексной предпосевной обработки семян реализуется конусным классификатором. На этом усовершенствованном классификаторе семенной материал проходит обработку перед посевом, которая включает фракционирование на плоских решетках, импакцию и направленное движение частиц, создающее возникновение условия резонанса. Все перечисленное происходит одновременно. Важно понять, какие предельные траектории количественно совершают частицы семенного материала и как качественно можно повлиять на них конструктивно-технологическими параметрами классификатора с целью повышения эффективности проводимого процесса. На данном этапе исследований изучались траектории непроходных частиц при движе-

нии рабочего органа вправо. В качестве влияющих параметров были выбраны: расстояние между решетками, толщина непроходной частицы, радиус верхнего решета. Методами регрессионного анализа были определены основные статистические характеристики и составлены уравнения регрессии, позволяющие выявить активные параметры, существенно влияющие на результат. Полученные итоги регрессионной статистики и дисперсного анализа свидетельствуют о высокой точности аппроксимации. Достоверность, определяемая по значимости критерия Фишера, имеет незначительную величину, что позволяет сделать вывод о значимости модели. На основе значений коэффициентов регрессии входящих величин в качестве активных параметров оказались расстояние между решетками и радиус верхнего ре-

шета. Толщина обрабатываемых семян в случае, если они являются непроходвыми, на величину траекторий практически не влияет. Предварительный вывод данных исследований заключается в том, что для изменения значений траекторий непроходвых частиц необходимо варьировать расстояние между решетками или подбирать размер верхнего решета, а значит, и все следующие за ним. Основной вывод можно будет сделать только исследовав траектории проходвых частиц, являющихся составной частью обрабатываемого материала.

**Ключевые слова:** конусный классификатор, предельная траектория, непроходовая частица, верхнее решето, регрессионный анализ.

*One of proposed resource-saving technology varieties of complex preseeding seed treatment is realized by the cone classifier. In this improved classifier the seed material undergoes pre-sowing treatment, which includes fractionation on flat sieves, impact and directional movement of particles, causing resonance condition. All listed occurs simultaneously. It is important to understand which limiting trajectories are performed by seed material particles and how affect them qualitatively by constructive and technological parameters of the classifier in order to improving the efficiency of the conducted process. At this stage of the study trajectories of sieved particles were studied when the working organ moved to the right. The distance between the sieves, the thickness of non-passing particle and the radius of the upper sieve were chosen as influencing parameters. By regression analysis, the basic statistical characteristics were determined and regression equations were made, which allow revealing active parameters significantly affecting the result. Obtained results of regression statistics and dispersive analysis testify to high accuracy of the approximation. The reliability, determined by the importance of Fisher criterion, has a negligible value, allowing concluding that the model is significant. On the basis of values of coefficients of regression of entering sizes as active parameters appeared the distance between the sieves and the radius of the top sieve. The thickness of treated seeds is practically unaffected by the magnitude of the trajectories if they are non-sieved. Preliminary conclusion of these researches is that for change of values of trajectories of not pro-running particles it is necessary to vary in distance between sieves or to select the size of the top sieve, so, and all following behind it. The main conclusion can be drawn only after having investigated trajectories of pro-running particles which are a component of processed material.*

**Keywords:** cone classifier, limiting trajectory, non-sieved particle, upper sieve, regression analysis.

**Введение.** Исследования в области интенсификации технологических процессов [1], связанных с восстановлением флоры, в частности лесов, способствовали разработке ресурсосберегающей технологии, которая легла в основу комплексной предпосевной обработки семенного материала. Известно и неоднократно доказано, что обрабатывать семена перед посевом необходимо, это, в частности, повышает их всхожесть.

Предлагаемая ресурсосберегающая технология, включающая в себя фракционирование семян, импакцию и направленное движение частиц [2], создающее возникновение условия резонанса, реализуется на конусном классификаторе [3]. Рабочий орган конусного классификатора совершает возвратно-колебательное движение, которое повторяет семенной материал, подвергающийся обработке, но одновременно семена совершают движение по траектории в виде знака бесконечности и переориентируются в пространстве в процессе встряхивания. Все это свидетельствует о том, что доминирующее влияние на эффективность всей комплексной обработки будут оказывать кинематические параметры частиц семенного материала, особенно такая составляющая кинематики, как траектория.

**Цель исследований.** Изучение влияния параметров усовершенствованного классификатора на предельные траектории непроходвых частиц по данным регрессионного анализа.

**Задачи:** определение, какие предельные траектории количественно совершают частицы семенного материала, а именно непроходвые, и как качественно можно повлиять на них конструктивно-технологическими параметрами классификатора для дальнейшего повышения эффективности предпосевной обработки.

**Методы исследований.** Для более полного понимания физической составляющей происходящих процессов проводились вычислительные эксперименты, учитывающие возможные параметры рабочего органа классификатора и реальные размеры известных семян [4]. Основываясь на теоретических и практических сведениях в области фракционирования семян, технологический процесс усовершенствованных классификаторов ориентирован на разделение семенного материала на четыре фракции.

Полученные результаты были обработаны с помощью компьютерной программы Excel Microsoft Office XP методом композиционного ортогонального плана второго порядка для трех факторов [5, 6]. Данный метод позволяет выявить влияние самих факторов, их квадратичной величины и совместного участия.

В качестве основных варьируемых факторов были выбраны:

расстояние между решетками –  $x_1 = 0,1; 0,15; 0,2$  м;  
 толщина непроходовой частицы –  $x_2 = 0,0015;$   
 $0,003; 0,0045; 0,008$  м;

радиус верхнего решета –  $x_3 = 0,35; 0,45; 0,5$  м.

Выходной величиной –  $y$  – приняли траекторию непроходовой частицы при движении вправо, м.

В таблицах 1–4 представлены матрицы результатов регрессионного анализа с учетом сочетаний значений варьируемого фактора – толщины непроходовой частицы. Исследовались следующие соотношения:  $0,0015; 0,003; 0,0045$  м – модель 1;  $0,0015; 0,003; 0,008$  м – модель 2;  $0,0015; 0,0045; 0,008$  м – модель 3;  $0,003; 0,0045; 0,008$  м – модель 4.

Модель 1 актуальна в большей части для семян лесных видов растений (сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель обыкновенная (*Picea abies*), лжетсыга (*Pseudotsuga*), лиственница европейская (*Larix*

*decidua*) и др.) и мелких семян сельскохозяйственных растений.

Модели 2 и 3 будут актуальны для любых видов семян как лесных, так и сельскохозяйственных растений: клевер красный (*Trifolium pratense*), люцерна (*Medicago*), житняк (*Agropyron*), костер безостый (*Brõmus inermis*), томат (*Solanum lycopersicum*), баклажан (*Solanum melongena*) – толщина до 1,5 мм; просо (*Panicum*), рис (*Oryza*), перец (*Capsicum annuum*), огурец (*Cucumis*), редис (*Remote dictionary server*) – толщина до 3 мм; эспарцет (*Onobrychis*), гречиха (*Fagopyrum*), овес (*Avena*), пшеница (*Triticum*), свекла (*Beta*), кабачок (*Cucurbita pepo*) – толщина до 4,5 мм; кукуруза (*Zea mays*), горох (*Pisum*) – толщина до 8 мм.

Модель 4 более актуальна в основном для семян сельскохозяйственных растений, хотя нельзя забывать о размерах семян кедр (*Pinus sibirica*).

Таблица 1

Результаты композиционного ортогонального плана для модели 1

$y$	$x_1^*y$	$x_2^*y$	$x_3^*y$	$x_1^{2*}y$	$x_2^{2*}y$	$x_3^{2*}y$	$x_1^*x_2^*y$	$x_1^*x_3^*y$	$x_2^*x_3^*y$
90	-90	-90	-90	24,3	24,3	24,3	90	90	90
104,8	104,8	-104,8	-104,8	28,296	28,296	28,296	-104,8	-104,8	104,8
89,7	-89,7	89,7	-89,7	24,219	24,219	24,219	-89,7	89,7	-89,7
104,5	104,5	104,5	-104,5	28,215	28,215	28,215	104,5	-104,5	-104,5
120,6	-120,6	-120,6	120,6	32,562	32,562	32,562	120,6	-120,6	-120,6
136,8	136,8	-136,8	136,8	36,936	36,936	36,936	-136,8	136,8	-136,8
120,3	-120,3	120,3	120,3	32,481	32,481	32,481	-120,3	-120,3	120,3
136,5	136,5	136,5	136,5	36,855	36,855	36,855	136,5	136,5	136,5
111,6	-135,036	0	0	82,584	-81,468	-81,468	0	0	0
126,7	153,307	0	0	93,758	-92,491	-92,491	0	0	0
118,7	0	-143,627	0	-86,651	87,838	-86,651	0	0	0
118,3	0	143,143	0	-86,359	87,542	-86,359	0	0	0
96,8	0	0	-117,128	-70,664	-70,664	71,632	0	0	0
127,6	0	0	154,396	-93,148	-93,148	94,424	0	0	0
118,5	0	0	0	-86,505	-86,505	-86,505	0	0	0
1721,4	80,271	-1,684	162,468	-3,121	-5,032	-23,554	0	2,8	0

Таблица 2

Результаты композиционного ортогонального плана для модели 2

$y$	$x_1^*y$	$x_2^*y$	$x_3^*y$	$2(x_1)^*y$	$2(x_2)^*y$	$2(x_3)^*y$	$x_1^*x_2^*y$	$x_1^*x_3^*y$	$x_2^*x_3^*y$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
90	-90	-90	-90	24,3	24,3	24,3	90	90	90
104,8	104,8	-104,8	-104,8	28,296	28,296	28,296	-104,8	-104,8	104,8
89,3	-89,3	89,3	-89,3	24,111	24,111	24,111	-89,3	89,3	-89,3
104,1	104,1	104,1	-104,1	28,107	28,107	28,107	104,1	-104,1	-104,1
120,6	-120,6	-120,6	120,6	32,562	32,562	32,562	120,6	-120,6	-120,6
136,8	136,8	-136,8	136,8	36,936	36,936	36,936	-136,8	136,8	-136,8
119,9	-119,9	119,9	119,9	32,373	32,373	32,373	-119,9	-119,9	119,9
136,1	136,1	136,1	136,1	36,747	36,747	36,747	136,1	136,1	136,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
111,6	-135,036	0	0	82,584	-81,468	-81,468	0	0	0
126,6	153,186	0	0	93,684	-92,418	-92,418	0	0	0
118,7	0	-143,627	0	-86,651	87,838	-86,651	0	0	0
117,9	0	142,659	0	-86,067	87,246	-86,067	0	0	0
96,8	0	0	-117,128	-70,664	-70,664	71,632	0	0	0
127,6	0	0	154,396	-93,148	-93,148	94,424	0	0	0
118,5	0	0	0	-86,505	-86,505	-86,505	0	0	0
1719,3	80,15	-3,768	162,468	-3,335	-5,687	-23,621	-2,8E-14	2,8	0

Таблица 3

Результаты композиционного ортогонального плана для модели 3

y	$x_1^*y$	$x_2^*y$	$x_3^*y$	$x_1^2y$	$x_2^2y$	$x_3^2y$	$x_1^*x_2^*y$	$x_1^*x_3^*y$	$x_2^*x_3^*y$
90	-90	-90	-90	24,3	24,3	24,3	90	90	90
104,8	104,8	-104,8	-104,8	28,296	28,296	28,296	-104,8	-104,8	104,8
89,3	-89,3	89,3	-89,3	24,111	24,111	24,111	-89,3	89,3	-89,3
104,1	104,1	104,1	-104,1	28,107	28,107	28,107	104,1	-104,1	-104,1
120,6	-120,6	-120,6	120,6	32,562	32,562	32,562	120,6	-120,6	-120,6
136,8	136,8	-136,8	136,8	36,936	36,936	36,936	-136,8	136,8	-136,8
119,9	-119,9	119,9	119,9	32,373	32,373	32,373	-119,9	-119,9	119,9
136,1	136,1	136,1	136,1	36,747	36,747	36,747	136,1	136,1	136,1
111,4	-134,794	0	0	82,436	-81,322	-81,322	0	0	0
126,6	153,186	0	0	93,684	-92,418	-92,418	0	0	0
118,7	0	-143,627	0	-86,651	87,838	-86,651	0	0	0
117,9	0	142,659	0	-86,067	87,246	-86,067	0	0	0
96,7	0	0	-117,007	-70,591	-70,591	71,558	0	0	0
127,4	0	0	154,154	-93,002	-93,002	94,276	0	0	0
118,3	0	0	0	-86,359	-86,359	-86,359	0	0	0
1718,6	80,392	-3,768	162,347	-3,118	-5,176	-23,551	-2,8E-14	2,8	0

Таблица 4

Результаты композиционного ортогонального плана для модели 4

y	$x_1^*y$	$x_2^*y$	$x_3^*y$	$2(x_1^*)y$	$2(x_2^*)y$	$2(x_3^*)y$	$x_1^*x_2^*y$	$x_1^*x_3^*y$	$x_2^*x_3^*y$
89,8	-89,8	-89,8	-89,8	24,246	24,246	24,246	89,8	89,8	89,8
146,5	146,5	-146,5	-146,5	39,555	39,555	39,555	-146,5	-146,5	146,5
89,3	-89,3	89,3	-89,3	24,111	24,111	24,111	-89,3	89,3	-89,3
104,1	104,1	104,1	-104,1	28,107	28,107	28,107	104,1	-104,1	-104,1
120,5	-120,5	-120,5	120,5	32,535	32,535	32,535	120,5	-120,5	-120,5
136,7	136,7	-136,7	136,7	36,909	36,909	36,909	-136,7	136,7	-136,7
119,9	-119,9	119,9	119,9	32,373	32,373	32,373	-119,9	-119,9	119,9
136,1	136,1	136,1	136,1	36,747	36,747	36,747	136,1	136,1	136,1
111,4	-134,794	0	0	82,436	-81,322	-81,322	0	0	0
126,6	153,186	0	0	93,684	-92,418	-92,418	0	0	0
118,5	0	-143,385	0	-86,505	87,69	-86,505	0	0	0
117,9	0	142,659	0	-86,067	87,246	-86,067	0	0	0
96,7	0	0	-117,007	-70,591	-70,591	71,558	0	0	0
127,4	0	0	154,154	-93,002	-93,002	94,276	0	0	0
118,3	0	0	0	-86,359	-86,359	-86,359	0	0	0
1759,7	122,292	-44,826	120,647	8,179	5,827	-12,254	-41,9	-39,1	41,7

**Результаты исследований и их обсуждение.**

На основании полученных данных регрессионного анализа составляем уравнения регрессии в виде полинома второй степени без незначимых коэффициентов:

- для модели 1 без частиц толщиной 0,008 м

$$y = 114,76 + 7,34x_1 + 14,87x_3 - 5,43x_3^2; \quad (1)$$

- для модели 2 без частиц толщиной 0,0045 м

$$y = 114,62 + 7,33x_1 + 14,87x_3 - 5,44x_3^2; \quad (2)$$

- для модели 3 без частиц толщиной 0,003 м

$$y = 114,57 + 7,35x_1 + 14,85x_3 - 5,42x_3^2; \quad (3)$$

- для модели 4 без частиц толщиной 0,0015 м

$$y = 117,31 + 11,19x_1 - 4,1x_2 + 11,04x_3 + 5,53x_1^2 - 2,82x_3^2 - 5,24x_1x_2 - 4,89x_1x_3 + 5,21x_2x_3. \quad (4)$$

С учетом того, что расчетные значения критерия Фишера значительно меньше стандартного, все модели являются значимыми с достаточно высокой достоверностью  $R^2 > 0,92$ . Это позволяет выполнить анализ влияния выбранных варьируемых факторов на выходной параметр.

Согласно полученным уравнениям (1)–(3), наибольшее влияние на траектории непроходных частиц оказывает радиус верхнего решета. Влияние расстояния между решетками тоже существенно, но практически вдвое меньше. Радиус верхнего решета в квадратичной форме уменьшает величины траекторий. Для этих моделей абсолютно незначимым фактором является толщина частиц. Тем не менее достаточно интересно проследить интенсивность изменения этого фактора. Примем  $d_{\min} = 0,0015$  м. Тогда величина приращения: для модели 1 –  $\Delta d_1 = 0,0045 - 0,003 = 0,003 - 0,0015 = 0,0015$  м; для модели 2 –  $\Delta d_2 = 0,008 - 0,003 = 0,005$  м и  $\Delta d_2 = 0,003 - 0,0015 = 0,0015$  м; для модели 3 –  $\Delta d_3 = 0,008 - 0,0045 = 0,0035$  м и  $\Delta d_3 = 0,0045 - 0,0015 = 0,003$  м. В моделях 1 и 3 изменение толщин происходит пропорционально, а в модели 2 изменение толщин скачкообразное.

Уравнение (4) демонстрирует существенное изменение картины влияния варьируемых факторов. Во-первых, практически сравнивается влияние радиуса верхнего решета и расстояния между решетками и появляется их совместное влияние. Во-вторых, проявляется влияние толщины непроходной частицы, и эта величина оказывает комбинированное влияние: совместно с расстоянием между решетками уменьшает траектории, а совместно с радиусом верхнего решета увеличивает. Причем интенсивность изменения толщин частиц в модели 4

следующая:  $\Delta d_4 = 0,008 - 0,0045 = 0,0035$  м и  $\Delta d_4 = 0,0045 - 0,003 = 0,0015$  м. Эти данные показывают, что в модели 4 интенсивность изменения толщин объединяет интенсивность модели 1 и модели 3.

**Выводы**

1. Полученными регрессионными моделями в качестве первого качественного фактора, влияющего на величины траекторий непроходных частиц, определен радиус верхнего решета, а следовательно, и радиусы последующих решет, находящихся ниже. Этот показатель влияет на горизонтальные габариты усовершенствованных классификаторов.

2. Полученными регрессионными моделями в качестве второго качественного фактора, влияющего на величины траекторий непроходных частиц, определено расстояние между решетками. Этот показатель влияет на вертикальные габариты усовершенствованных классификаторов.

3. Величины предельных траекторий непроходных частиц, полностью определяемые размерами рабочего органа классификатора, находятся в интервале от 0,893 до 1,368 м для заданных конструктивно-установочных параметров.

4. Для более полного определения влияния конструктивно-технологических параметров классификаторов на траектории семян необходимо изучить поведение проходных частиц.

**Литература**

1. Горелов М.В., Бастрон Т.Н., Мальчик Р.В. Обзор технологических комплексов сушки шишек и извлечения семян хвойных пород деревьев // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 3 (126). – С. 79–85.
2. Содержательное описание функциональной модели ресурсосберегающей технологии с направленным движением частиц / Г.Н. Вахнина, Е.Л. Шадрина, А.С. Гулевский [и др.] // Современные научно-практические решения XXI века: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 21–22 декабря 2015 г.). – Воронеж, 2016. – Ч. I. – С. 260–267.
3. Пат. № 2478446 РФ, МПК В07В 1/46. Конусный классификатор / Г.Н. Вахнина, Ф.В. Пошарников, Е.В. Кондрашова, Р.Г. Боровиков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». – № 2011140912/06; заявл. 07.10.2011; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 10. – 4 с.
4. Евченко А.В. Анализ физико-механических свойств семян зерновых культур // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 8 (119). – С. 144–149.
5. Бричагина А.А., Ильин С.Н., Пальвинский В.В. Моделирование технологического процесса высевающего аппарата зерновой сеялки // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 11 (122). – С. 67–71.

6. Основы теории и техники физического моделирования и эксперимента: учеб. пособие / Н.Ц. Гапанова, А.Н. Колиух, Н.В. Орлова [и др.]. – Тамбов, 2014. – 77 с.
3. Voronezh, 2016. – Ch. I. – S. 260–267.
3. Pat. № 2478446 RF, MPK V07V 1/46. Konusnyj klassifikator / G.N. Vahnina, F.V. Posharnikov, E.V. Kondrashova, R.G. Borovikov; zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO «VGLTA». – № 2011140912/06; zajavl. 07.10.2011; opubl. 10.04.2013, Bjul. № 10. – 4 s.
1. Gorelov M.V., Bastron T.N., Mal'chik R.V. Obzor tehnologicheskikh kompleksov sushki shishek i izvlechenija semjan hvojnyh porod derev'ev // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 3 (126). – S. 79–85.
4. Evchenko A.V. Analiz fiziko-mehanicheskikh svojstv semjan zernovyh kul'tur // Vestn. KrasGAU. – 2016. – № 8 (119). – S. 144–149.
2. Soderzhatel'noe opisanie funkcional'noj modeli resursosberegajushhej tehnologii s napravlennym dvizheniem chastic / G.N. Vahnina, E.L. Shadrina, A.S. Gulevskij [i dr.] // Sovremennye nauchno-prakticheskie reshenija XXI veka: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Voronezh, 21–22 dekabrja 2015 g.). –
5. Brichagina A.A., Il'in S.N., Pal'vinskij V.V. Modelirovanie tehnologicheskogo processa vysevajushhego apparata zernovoj sejalki // Vestn. KrasGAU. – 2016. – № 11 (122). – S. 67–71.
6. Osnovy teorii i tehniki fizicheskogo modelirovanija i jeksperimenta: ucheb. posobie / N.C. Gatapova, A.N. Koliuh, N.V. Orlova [i dr.]. – Tambov, 2014. – 77 s.

#### Literatura

УДК 631.365.32

**В.Г. Захахатнов, В.К. Дыленя,  
П.В. Кашин**

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫГРУЗНОГО УСТРОЙСТВА ЗЕРНОСУШИЛКИ

**V.G. Zakhakhatnov, V.K. Dylenya,  
P.V. Kashin**

#### THE RESEARCH ON FLOW CHARACTERISTICS OF DISCHARGER UNIT OF GRAIN DRYER

**Захахатнов В.Г.** – канд. техн. наук, доц. каф. энергообеспечения и автоматизации технологических процессов Южно-Уральского государственного аграрного университета, г. Челябинск. E-mail: zahvg@inbox.ru

**Дыленя В.К.** – магистрант каф. энергообеспечения и автоматизации технологических процессов Южно-Уральского государственного аграрного университета, г. Челябинск. E-mail: dello\_2010@mail.ru

**Кашин П.В.** – магистрант каф. энергообеспечения и автоматизации технологических процессов Южно-Уральского государственного аграрного университета, г. Челябинск. E-mail: george-ju@yandex.ru

**Zakhakhatnov V.G.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Power Supply and Automation of Technological Processes, Southern Ural State Agrarian University, Chelyabinsk. E-mail: zahvg@inbox.ru

**Dylenya V.K.** – Magistrate Student, Chair of Power Supply and Automation of Technological Processes, Southern Ural State Agrarian University, Chelyabinsk. E-mail: delloyo\_2010@mail.ru

**Kashin P.V.** – Magistrate Student, Chair of Power Supply and Automation of Technological Processes, Southern Ural State Agrarian University, Chelyabinsk. E-mail: george-ju@yandex.ru

Управление процессом сушки зерна в зерносушилках предполагает регулирование количества тепла, подводимого к зерну в сушильной камере, которое зависит от его влажности, температуры и стадии сушки. При непрерывной работе сушилки наиболее технически просто регулирование осуществлять за счет изменения скорости выгрузки зерна из сушильной камеры, для этого необходимо знать расходную характеристику выгрузного устройства. Цель исследования – получение математической модели зависимости расхода

зерна выгрузного устройства зерносушилки от его конструктивных параметров и режимов работы. Задачи: создание экспериментальной установки выгрузного устройства зерносушилки и исследование его расходной характеристики методами планирования эксперимента. Эксперименты проводились с зерном пшеницы на экспериментальной установке, моделирующей выгрузное устройство шахтных и колонковых сушилок. Экспериментальная установка включает бункер, выпускное отверстие которого перекрывает по-