

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РЕШЕТА ДЛЯ СЕПАРАЦИИ КЕДРОВОГО ОРЕХА

*В статье изучено влияние амплитуды колебаний и частоты на процесс разделения кедрового вороха на горизонтальном решете с приводом от кулачкового механизма.*

**Ключевые слова:** кедровый ворох, разделение, горизонтальное решето, динамика.

S.N. Dyrdin

### THE RESEARCH RESULTS OF HORIZONTAL SIEVE DYNAMICS FOR CEDAR NUT SEPARATION

*The influence of fluctuation amplitude and frequency on the process of cedar lots separation on the horizontal sieve with the drive from the cam-shaped mechanism is studied in the article.*

**Key words:** cedar lots, separation, horizontal sieve, dynamics.

Разработанная на кафедре автомобилей, тракторов и лесных машин СибГТУ экспериментальная установка для переработки кедровых шишек решает проблему выделения семенного ореха в местах заготовки [1].

Все лабораторные опыты выполнялись с кедровыми шишками, заготовленными в сентябре 2011 г. в Ермаковском и Манском лесничествах. Влажность кедровых шишек составила 15 %.

**Целью** данной работы является изучение движения кедрового вороха на горизонтальном решете при изменении амплитуды и частоты колебаний решетчатого стана для отделения ореха и самоудаления шелухи.

Технологический процесс переработки шишек подразделяется на дробление шишек, получение кедрового вороха и отделение ореха от шелухи. Наиболее сложной задачей является разделение кедрового вороха, так как ворох состоит из кедрового ореха, чешуек и остовов шишек.

Анализ процесса выделения кедрового ореха позволяет сделать вывод о том, что наиболее перспективным в этом плане являются приемные устройства с возможностью колебаний [2]. Для обоснования параметров динамики горизонтального решета по разделению вороха были проведены опыты с применением теории планирования эксперимента [3].

На эффективность просеивания кедрового вороха влияют такие факторы, как амплитуда колебаний ( $A, м$ ), частота вращения приводного вала ( $f, Гц$ ) и подача вороха на горизонтальное решето ( $m, кг$ ).

В качестве метода обработки экспериментальных данных был принят план  $3^3$ , в котором исследуемые параметры изменяются на трех уровнях: верхнем, основном и нижнем, и который имеет 27 точек при трехкратной его повторности.

Уровни и интервалы варьирования факторов представлены в таблице 1, план эксперимента в таблице 2.

Таблица 1

#### Кодовое обозначение факторов

Наименование фактора	Обозначение		Интервал варьирования фактора	Уровни варьирования фактора		
	натуральное	нормализованное		нижний (-1)	основной (0)	верхний (+1)
Амплитуда колебания, м	$A$	$x_1$	0,01	0,02	0,03	0,04
Частота колебания, Гц	$f$	$x_2$	0,25	2,67	2,92	3,17
Масса вороха, кг	$m$	$x_3$	0,5	0,5	1,0	1,5

План эксперимента 3<sup>3</sup> (начало и окончание таблицы)

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	-1	-1	0
2	0	0	-1
3	1	1	1
79	0	-1	-1
80	0	0	0
81	1	0	1

С целью оптимизации процесса и установления степени влияния варьируемых технологических факторов на выход шелухи и чистого ореха, на основании таблиц 1,2, средствами пакета Statgraphics были получены математические модели параметров процесса просеивания, которые после оценки значимости коэффициентов регрессии имеют вид:

1) для математического описания прогнозирования схода шелухи при просеивании на горизонтальном решете

$$y_1 = 0,38916 - 0,00503704 x_1 + 0,00455556 x_2 + 0,0949074 x_3 - 0,0114074 x_1^2 - 0,101685 x_3^2; \quad (1)$$

2) для математического описания прогнозирования выхода ореха при просеивании на горизонтальном решете

$$y_2 = 0,524049 + 0,0162407 \cdot x_1 + 0,0472963 \cdot x_2 + 0,265815 \cdot x_3 - 0,0339074 \cdot x_1^2 - 0,0154074 x_3^2. \quad (2)$$

Проанализировав регрессионные уравнения, можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на выход кедрового ореха при просеивании на горизонтальном решете имеет такой фактор, как  $x_3$  – масса вороха, в меньшей степени – частота ( $x_2$ ) и амплитуда колебаний ( $x_1$ ).

Оптимизация параметров процесса просеивания на горизонтальном решете проводилась по результатам статической обработки данных эксперимента. Для этого в качестве откликов были приняты: отделение шелухи ( $y_1$ ) и выход ореха ( $y_2$ ) при просеивании. Из перечисленных выше факторов для достижения поставленной цели основным является максимальный выход ореха ( $y_2$ ).

Определено, что оптимальные условия просеивания кедрового вороха и отделение ореха от шелухи будут осуществляться на горизонтальном решете при амплитуде колебаний  $x_1 = 0,032$  м, частоте  $x_2 = 3,17$  Гц и подаче вороха  $x_3 = 1,5$  кг.

Подставив в уравнение регрессии значения  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  для максимального выхода ореха, выполним проверочный расчёт по  $y_2$

$$\begin{aligned} y_2 &= 0,524049 + 0,0162407 \cdot x_1 + 0,0472963 \cdot x_2 + 0,265815 \cdot x_3 - 0,0339074 \cdot x_1^2 - \\ &- 0,0154074 \cdot x_3^2 = 0,524049 + 0,0162407 \cdot 0,217344 + 0,0472963 \cdot 1,0 + 0,265815 \cdot 1,0 - \\ &- 0,0339074 \cdot 0,217344^2 - 0,0154074 \cdot 1,0^2 = 0,8236809868 \approx 0,823681. \end{aligned} \quad (3)$$

Доверительные интервалы для параметра  $y_2$  – выходу ореха.

Для этого воспользовались обработкой статистических данных. При выборочном среднем арифметическом значении  $\mu = 0,305$ , минимальном и максимальном значении массы ореха –  $\min m_{op} = 0,024$  кг,  $\max m_{op} = 0,038$  кг, преобразовав и подставив новые истинные значения в уравнение регрессии, получим:

$$y_2(\min) = 0,524049 + 0,0162407 \cdot x_1 + 0,0472963 \cdot x_2 + 0,0,265815 \cdot x_3 - 0,0339074 \cdot x_1^2 - 0,0154074 \cdot x_3^2 = 0,524049 + 0,0162407 \cdot 0,217344 + 0,0472963 \cdot 1,0 + 0,265815 \cdot 0,7867 - 0,0339074 \cdot 0,217344^2 - 0,0154074 \cdot 0,7867^2 \approx 0,773653. \quad (4)$$

$$y_2(\max) = 0,524049 + 0,0162407 \cdot x_1 + 0,0472963 \cdot x_2 + 0,0,265815 \cdot x_3 - 0,0339074 \cdot x_1^2 - 0,0154074 \cdot x_3^2 = 0,524049 + 0,0162407 \cdot 0,217344 + 0,0472963 \cdot 1,0 + 0,265815 \cdot 1,2459 - 0,0339074 \cdot 0,217344^2 - 0,0154074 \cdot 1,2459^2 \approx 0,88056. \quad (5)$$

В натуральных испытаниях действительный выход ореха составил 0,806 кг при погрешности 2,18 %.

Таким образом, теоретические значения выхода ореха и экспериментальные подтверждают адекватность полученной математической модели процесса просеивания, также об этом говорят значения коэффициента Lack-of-Fit (Statgraphics).

Также был определен доверительный интервал по параметру  $y_2$ : при  $p=0,95$  он находится в следующих пределах:  $0,774 \leq 0,824 \leq 0,881$ .

В результате проведенных исследований установлено, что выходные величины существенно зависят от всех управляемых факторов. Для наглядности результаты представлены на рисунках 1, 2.

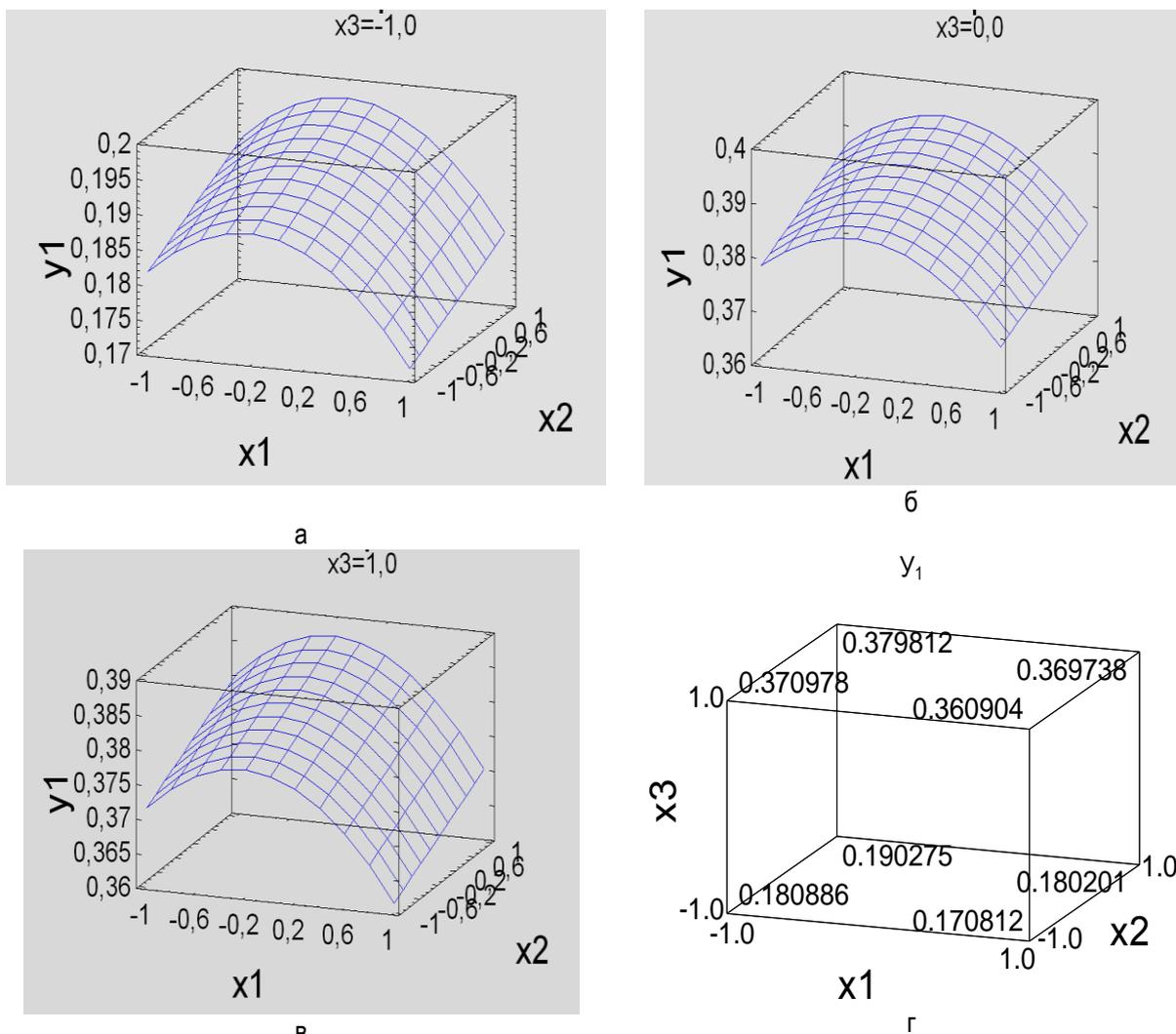


Рис. 1. Поверхности откликов по выходу массы шелухи: а – при  $x_3 = -1,0$ ; б – при  $x_3 = 0,0$ ; в – при  $x_3 = 1,0$ ; г – график на «Кубе»

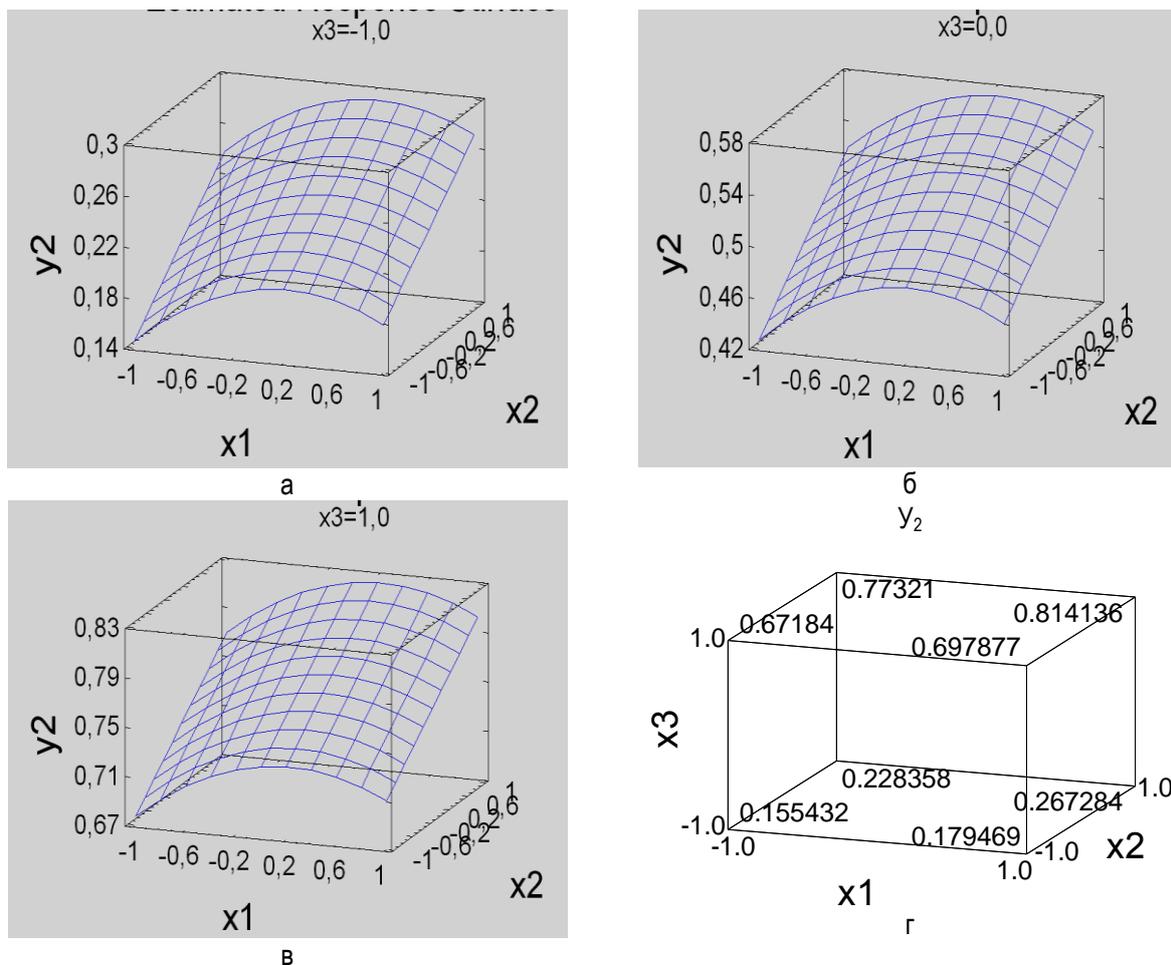


Рис. 2. Поверхности откликов по выходу массы ореха:  
 а – при  $x_3 = -1,0$ ; б – при  $x_3 = 0,0$ ; в – при  $x_3 = 1,0$ ; г – график на «Кубе»

Таким образом, опытным путем обоснованы конструктивные и кинематические параметры работы горизонтального решета, найдена математическая модель разделения кедрового вороха в процессе просеивания.

### Выводы

1. В результате исследований получены зависимости, описывающие процесс динамики горизонтального решета по разделению вороха и самоудаления отходов дробления при следующих параметрах: амплитуда колебаний  $A = 0,032$  м и частота колебаний  $f = 3,17$  Гц.

2. Получены аналитические выражения, описывающие процесс движения вороха на горизонтальном решете, его разделение на кедровый орех и шелуху с самоудалением отходов дробления. Установлено, что процесс разделения вороха зависит от амплитуды и частоты колебаний, что обеспечивается кулачковым механизмом.

3. В процессе натуральных испытаний экспериментальной установки подтверждена обоснованность принятых конструктивных решений. Составлены алгоритмы оптимизации полученных уравнений регрессий, процесса просеивания кедрового ореха на горизонтальном решете, позволяющие определять рациональные режимы его движения. С применением математического планирования эксперимента определены оптимальные кинематические параметры горизонтального решета.

### Литература

1. Патент РФ № 2310352. МПК А23N 5/00. №2006105362. Переносное устройство для выделения семян из шишек / С.Н. Дырдин, И.В. Голубев, В.Н. Невзоров. – Заявл. 20.02.2006; опубл. 20.11.2007, Бюл. № 32. – 5 с.

2. Дырдин С.Н. Теория сортировки кедрового вороха на горизонтальных разделяющих поверхностях // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 9. – С. 3–6.
3. Пен Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2003. – 246 с.



УДК 630.43:004.942

Н.А. Терентьева, Т.Н. Иванилова

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВЕРОЯТНОСТНО-МНОЖЕСТВЕННОЙ ПОДСИСТЕМЫ ПРОГНОЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИСДМ-РОСЛЕСХОЗ

*В статье рассматривается проектирование и модель информационной подсистемы, использующей данные ИСДМ для прогнозирования распространения лесных пожаров.*

**Ключевые слова:** лесные пожары, вероятностно-множественная модель, вероятность распространения, онтология.

N.A. Terentyeva, T.N. Ivanilova

### PROJECTION OF FORECAST INFORMATION PROBABILISTIC-MULTIPLE SUBSYSTEM OF FOREST FIRE SPREADING ON THE BASIS OF ISDM-ROSLESKHOZ DATA

*The projection and the model of information subsystem, which uses ISDM data for the forest fires spreading-forecast are considered in the article.*

**Key words:** forest fires, probabilistic-multiplemodel, spreading probability, ontology.

**Введение.** В последние годы природные пожары составили значительную часть чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными природными процессами. В борьбе с пожарами важную роль играет их раннее обнаружение и прогнозирование распространения.

В России мониторинг лесных пожаров осуществляется с помощью информационной системы дистанционного мониторинга (ИСДМ) «Рослесхоз». Одним из направлений, позволяющих решить задачу прогноза динамики лесных пожаров, является математическое моделирование и внедрение информационных технологий.

В данной работе представлены результаты проектирования и описание моделей для прогнозирования распространения лесных пожаров на основе вероятностно-множественного математического аппарата.

**Онтология лесного пожара в контексте его моделирования.** Онтология – это точная спецификация некоторой предметной области. Построение онтологии сводится к выделению концептов – базовых понятий предметной области – и построению связей между концептами. В рамках задачи проектирования информационной системы построение онтологии позволяет определить соотношения и взаимодействия базовых понятий лесного пожара.

В качестве программного средства для создания онтологии был выбран Rational Rose (рис.1).

**Исходные данные.** Для работы подсистемы прогнозирования лесного пожара необходимы входные данные, которые могут быть получены в ИСДМ-«Рослесхоз». К ним относятся:

- данные о лесных пожарах, полученные подразделениями авиационной и наземной охраны лесов, и данные, поступающие со спутников серии NOAA, Terra и Aqua;
- метеоинформация, поступающая из организаций Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- картографическая информация (населённые пункты, растительный покров и т.д.), большей частью получена из оцифрованных карт Российской Федерации масштаба 2.5 миллиона или 1 миллиона.

Вся входная информация обрабатывается на сервере ИСДМ-Рослесхоз и дублируется на несколько информационных web-серверов, расположенных в каждом узловом центре ИСДМ-Рослесхоз (Красноярск, Хабаровск, Иркутск, Ханты-Мансийск, Новосибирск). Информация структурируется, каталогизируется и архивируется в банк данных и доступна из геоинформационной системы, интегрированной в web-интерфейс.