

УДК 631.362.3: 633.1

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Михайлов Е.В., к.т.н.,

Дёгтев В.М., к.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел.(0619) 42-21-32

**Аннотация** – в работе приведены показатели эффективности комплекса машин, оборудования и перечень подготовительных этапов, необходимых для построения математических моделей параметров послеуборочной обработки зерна (ПУОЗ).

**Ключевые слова** - послеуборочная обработка зерна, материал, модель, моделирование, эффективность функционирования.

*Постановка проблемы.* При создании новых технологических комплексов для ПУОЗ необходимо учитывать методики, учитывающие реальные условия функционирования машин и оборудования. Наиболее достоверные результаты при этом можем дать метод имитационного моделирования, учитывающий комплекс качественных показателей функционирования зерноочистительных машин [1,2].

*Анализ последних исследований.* В последних исследованиях установлено, что эффективность функционирования комплекса машин для ПУОЗ определена следующими показателями – недопустимостью скопления зерна на резервных площадках и необходимостью предотвращения потерь зерна из-за его несвоевременной обработки.

*Цель исследования.* Подготовка необходимых данных для моделирующей программы и составления плана реализации экспериментов по обоснованию параметров ПУОЗ.

*Основная часть.* Процессы уборки и послеуборочной обработки зерна можно рассматривать в виде процесса функционирования сложной системы, относящейся к классу систем массового обслуживания.

Случайные векторные функции времени воздействия на систему представлены в виде

$$f(t) = [f_1(t), f_2(t), \dots, f_u(t)],$$

где  $(f_1)(t), f_2(t), \dots, f_u(t)$  – скалярные функции изменения характеристик убираемой массы, допускающие возможность влияния на

производительность машин функции изменения потерь урожая  $d(t)$  в зависимости от времени достижения биологической спелости и функции  $C(t)$ , которая принимает значение 1 в светлое время и равно 0 в другом случае.

В функцию  $d(t)$  могут включаться как физические потери, связанные с самоосыпанием и воздействием рабочих органов уборочных машин на культуры, так и потерн, связанные с биологической сохранностью урожая.

За требование или заявку в модели принимается объем убираемой массы, вмещающийся в бункер уборочной машины или транспортного средства.

В качестве обслуживающих приборов в модели [3] рассматриваются транспортные средства и машинные технологии процесса ПУОЗ.

Если производительность машин зависит от характеристик обрабатываемого материала, то время обслуживания на имитирующем эту машину приборе определяется [1]

$$\tau_{ij}^k = \frac{mj}{q_k(P_j)} + \xi_k \quad (1)$$

где  $q_k(P_j)$ -функция регрессии, выражающая зависимость производительности машины от характеристик обрабатываемого материала, кг/с;

$P_j$  - вектор параметров  $j$ -того требования (характеристики обрабатываемого материала);

$\xi_k$  - случайная составляющая времени обслуживания, с.

Для машин и оборудования, производительность которых не зависит от обрабатываемых материалов, время обслуживания требований на соответствующих им приборах определяется распределением случайной величины времени обслуживания.

Срок хранения свежееубранного зернового материала ограничен. Это ограничение задается функцией времени допустимого хранения без обработки  $T_{доп}(P)$ .

Эффективность функционирования комплекса машин и оборудования для ПУОЗ определим следующими показателями:

$$e_1 = 1 - \frac{G_{ид}}{G} \quad (2)$$

где  $e_1$  - недопустимость скопления зерна на резервной площадке;

$G$  - общее количество обрабатываемого материала, доставленное транспортными средствами на послеуборочную обработку, т;

$G_{пр}$  - количество материала, получившее отказ в приеме на обработку в технологическую линию из-за ее перегрузки, т;

$$\dot{a}_2 = \frac{G_{\dot{n}a}}{G} \quad (3)$$

где  $e_2$  - необходимость предотвращения потерь зерна из-за его несвоевременной обработки;

$G_{св}$  - количество материала, обработанное в течение заданного срока, т.

В момент прибытия транспортного средства с порцией обрабатываемого материала показатель  $e_1$  представляет вероятность того, что в приемном устройстве будет достаточно места для размещения этой порции.

Время хранения обрабатываемого материала ограничено и регламентируется показателем  $e_2$ . Если время хранения превышает допустимое (особенно это касается процессов уборки риса - зерна в южных районах Украины), может наступить самосогревание и порча зерна. В данном случае фиксируется технологический отказ, связанный с превышением времени хранения обрабатываемого материала.

Использование математических моделей для обоснования параметров технической оснащенности ПУОЗ включает в себя следующие этапы.

1. Сбор и обработка данных для построения моделей внешних возмущений (функций  $F(t)$ ,  $c(t)$ ,  $d(t)$ ).

Необходим систематический сбор данных на зональных машиноиспытательных станциях, определяющих условия функционирования рассматриваемых систем.

2. Построение регрессионных зависимостей производительностей машин для ПУОЗ, характерных для рассматриваемой зоны.

3. Трансляцию моделей - разработка моделирующего алгоритма и программы.

В этой ситуации следует отдать предпочтение специализированным языкам моделирования, таким, как, например, моделирование систем массового обслуживания, что позволяет облегчить процессы разработки и использования программ.

4. Планирование машинных экспериментов с разработанными моделями. Они могут быть использованы для решения задач анализа влияния различных факторов на процесс функционирования зернокомплекса и решения задач синтеза - обоснования значения параметров машин и оборудования.

Каждый вариант комплекса представлен определенным набором параметров:

- расчетной производительностью машин и оборудования для ПУОЗ, т/ч;

- вместимостью приемного устройства зернокомплекса, м<sup>3</sup>;

- вместимостью межоперационных накопителей,  $m^3$ . Эффективность функционирования комплекса определяется совокупностью показателей

$$E_K = (e_1, e_2, e_{пз}), \quad (4)$$

где  $e_1, e_2$  - показатели эффективности функционирования комплекса (см. формулы (2) и (3);

$e_{пз}$  - показатель приведенных затрат, грн/т.

Каждый вариант комплекса характеризуется вектором

$$E_K(A_j) = (e_1(A_j), e_2(A_j), e_{пз}(A_j)), \quad (5)$$

$$j=1 \dots n$$

где  $A_j$  - вариант комплекса.

Для принятия решения о выборе варианта комплекса воспользуемся критерием, который представлен в виде функции от вектора показателей эффективности Функционирования

$$E_э = f(e_1, e_2, e_{пз}). \quad (6)$$

В теории больших систем разработан целый ряд методов построения интегральных критериев [4]. Для решения нашей системы воспользуемся методом, основанным на том, что один из показателей эффективности принимается в качестве обобщенного, а все остальные учитываются в виде ограничений.

Показатель приведенных затрат  $e_{пз}$  примем в качестве обобщенного критерия, а показатели эффективности функционирования  $e_1, e_2$  - в качестве ограничений.

Поставленная задача является задачей математического программирования (исполнитель В.М.Дегтев).

В литературе по статистическому моделированию [5] приводятся различные методы решения аналогичных задач: метод наилучшей пробы, градиентные методы и др.

Для поставленной задачи на наш взгляд наиболее целесообразным является использование итерационной процедуры покомпонентной оптимизации П.П.Бусленко [6]

После того, как моделирующая программа разработана составляется план реализации экспериментов и проводятся расчеты по обоснованию параметров комплекса послеуборочной обработки зерна для региональных условий.

*Выводы.* В работе приведены показатели эффективности комплекса машин и оборудования и перечень подготовительных этапов необходимых для построения математических моделей параметров послеуборочной обработки зерна (ПУОЗ).

## Литература

1. Михайлов Е.В. Підвищення ефективності технологічної післязбиральної обробки зерна в умовах півдня України /. Праці ТДАТА.- вип.2.7.18.-Мелитополь.- 2001, сс.72...74.
2. Скурта Б.К. Имитационное моделирование и управление сельскохозяйственным производством. / Учеб. пособие.- К.: Высшая шк., 1990.-206с
3. Денисов А.А. Теория больших систем управления / А.А. Денисов, Д.Н. Колесников - Л.:Энергоиздат, 1982.-288с.
4. Лившиц А.Л. Статистическое моделирование систем массового обслуживания / А.Л. Лившиц, Э.А. Мальц - М.: Советское радио, 1978.-248с.
5. Дегтев В.М. Обоснование основных параметров технологического оборудования и машин для послеуборочной обработки зерна в условиях Северо-запада Нечерноземной зоны. / В.М. Дегтев Дис. канд. техн. наук. -Л.: 1984.-202с.
6. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. / Н.П. Бусленко - М.: Наука, 1968.-365с.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Е.В. Михайлов, В.М. Дегтев

**Аннотация** – В работе приведены показатели эффективности комплекса машин и оборудования и перечень подготовительных этапов, необходимых для построения математических моделей параметров послеуборочной обработки зерна (ПУОЗ).

### USING OF SIMULATION TECHNIQUE FOR GROUND OF PARAMETERS OF PROCESS OF POSLEUBOROCHNOY TREATMENT OF GRAIN

E. Mikhaylov, V. Degtev

**Annotation** – the indexes of efficiency of complex of machines and equipment and list of the preparatory stages, necessary for the construction of mathematical models of parameters of послеуборочной treatment of grain are In-process resulted (PUOZ).