



УДК. 631.362.3.004.4

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

Михайлов Е.В., д.т.н.,¹Волик Б.А., к.т.н.²¹Таврический государственный агротехнологический университет²Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

Тел. (0619) 421265

Аннотация – в статье представлены методические аспекты прогнозирования показателей качества функционирования зерноочистительных машин и агрегатов агропредприятий Юга Украины.

Ключевые слова: методика, прогнозирование, показатели качества, зерноочистительные машины, агрегаты.

Постановка проблемы. При обосновании параметров технической оснащённости процесса послеуборочной обработки зерна (ПУОЗ) используются многолетние значения производства зерна в хозяйствах и среднесуточной производительности зерноочистительных машин и агрегатов. В реальных же условиях часто имеет место несогласованность типа агрегата или модели машины потребностям хозяйства. Это происходит вследствие того, что зерноочистительные машины представляют собой сложные многомерные динамические системы с входными и выходными процессами в виде случайных функций времени. Между тем, в основе всех почти без исключения, методик испытаний лежат статические модели машин. Этим и можно объяснить то, что в ряде случаев машины, рекомендованные к производству по результатам испытаний, оказываются недостаточно надёжными в условиях нормальной эксплуатации.

Анализ последних исследований. В некоторых научных статьях предлагается использовать методы экстраполяции и экспертных оценок. Это представляет собой этап решения отдельных задач прогнозирования, но не учитывает связи характеристик отдельных технических средств. Методы моделирования при этом необоснованно исключены [1, 2].



Установлено, что недостаточная временная глубина обоснований и дефицит прогнозной информации приводят к неверным оценкам, а принятые на их основе плановые решения - к диспропорциям, устранение которых вызывает значительные затраты на их устранение в последствии.

Без прогноза невозможно достичь ясности в иерархии целей, выявить полный круг затрат, установить комплекс согласованных во времени подцелей для достижения конечного результата.

Прогноз развития зерноочистительных машин и агрегатов требует системного анализа, что позволяет существенно уменьшить субъективность решений и получить количественные оценки путем формализации задач, построения их математических моделей, выявления необходимой информации при анализе и интерпретации полученных результатов решений на базе этих моделей.

Особую научную ценность имеют методы математического моделирования, которые, однако, для целей прогнозирования разработаны еще недостаточно. Для решения поставленной задачи используется метод идентификации, в основе которого лежат положения статистической динамики [3-10].

Цель исследований – разработка методов расчета параметров технической оснащенности процесса ПУОЗ и качества работы агрегатов с учетом вероятностной природы условий их функционирования.

Основная часть. Машина, агрегат работают в условиях случайных воздействий в вероятностно-статистическом смысле. При этом входные воздействия перерабатываются в качественные технологические или энергетические выходные показатели. Получается математическая связка, которая может идентично заменить машину, т.е. вместо машины - математическая модель, адекватно описывающая работу машины в реальных условиях ее функционирования. Полученные результаты используются для изучения вероятностно-статистических связей исследуемых систем и разработки математических моделей прогноза качества функционирования машин и агрегатов.

В качестве объектов исследования могут быть приняты зерноочистительные машины и агрегаты:

- линия для обработки вороха семенников трав и злаковых культур на стационаре включающая питатель-дозатор, молотильно-сепарирующее устройство, аспирационную систему, пневмосепарирующую камеру, решетный сепаратор, домолачивающее устройство;
- ворохоочиститель скальператорного типа;
- машинапервичной очистки зерна ЗВС-20;
- зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 (одна линия) с дополнительно установленной машиной ЗВС-20;



– полнокомплектная семяочистительная линия, включающая машину предварительной очистки, машину первичной очистки, блоки триерные, машину вторичной очистки, пневматический сортировальный стол, весовыбойный аппарат, мешкозашивочную машину.

В качестве входных воздействий для всех моделей принимаются подача $P_i(t)$, исходная засоренность $S_i(t)$ и натура $H_i(t)$ зерна. Выходные переменные – производительность $Q(t)$, конечная засоренность $S_k(t)$, натура $H_k(t)$ и для модели ворохоочистителя потери зерна в отходы $\Pi(t)$.

В моделях функционирования используются многостадийные динамические системы, состоящие из отдельных моделей машин, где вход последующей модели является выходом предыдущей. Это относится к

$$P^1(t), P^2(t), \dots, P^4(t)$$

$$S_n^1(t), S_n^2(t), \dots, S_n^4(t)$$

$$H_n^1(t), H_n^2(t), \dots, H_n^4(t)$$

Влажность исходного зернового материала (за исключением риса) в южных районах Украины практически не оказывает влияние на показатели качества машин и поэтому не принимается в качестве входного воздействия.

Учитывается вероятность нахождения на допустимых уровнях потерь зерна в отходы $\Pi(t)$ и качество разделения материала t .

Исследования проводятся в региональных условиях в период уборки урожая зерновых.

Исходным материалом для проведения опытов является поступающий от комбайнов зерновой ворох. Методика экспериментов принимается следующей.

Машины и агрегаты размещаются в стационарных технологических линиях. Экспериментальный ворохоочиститель скальператорного типа устанавливается в технологической линии параллельно серийной ворохоочистительной машине.

Для получения реализации входных и выходных процессов машин синхронно, с интервалом квантования $\Delta t = 10 \dots 12$ мин, отбираются пробы для определения $P(t)$, $S_i(t)$, $H_i(t)$ и $Q(t)$, $S_k(t)$, $H_k(t)$, $\Pi(t)$.

Методика обработки информации предусматривает первичный просмотр полученной информации и исключение случайных выбросов и грубых ошибок записи. Непрерывные записи приводятся к дискретному виду, пригодному для ввода в компьютер.

Вычисляются статистики процессов, корреляционные, взаимно-корреляционные функции и условные вероятностные характеристики в виде моделей регрессии технологического процесса. Для вычисле-



ния безусловных характеристик процессов используется следующий алгоритм /2/.

1. Определяются X_{max} и X_{min} массива, а также классовой интервал:

$$\Delta X = \frac{X_{max} - X_{min}}{k} \tag{1}$$

где k – число классов определяется по выражению:

$$k = 1 + 3,32 \lg N \tag{2}$$

2. Вычисляются границы классов, количество ординат попадающих в каждый классовой интервал и частность P_i попадания в каждый классовой интервал.

$$P_i = \frac{H_i}{N} \tag{3}$$

3. Средние значения m_x и дисперсия D_x определяются по выражениям:

$$m_x = \sum_{i=1}^n x P_i \tag{4}$$

$$D_x = \sum_{i=1}^k (x_i - m_x)^2 P_i \tag{5}$$

где X – середина классовой интервала.

Вычисляются величины среднеквадратичного отклонения σ и коэффициента вариации v .

$$\sigma_x = \sqrt{D_x}$$

$$v = \frac{\sigma_x}{m_x} \cdot 100\%$$

Условные вероятностные характеристики вычисляются по следующему алгоритму (на примере (Q-P)).

1. После ввода программы с пульта заносится число ординат ($N=50.. 100$) процессов $P(t)$ и $Q(t)$, а также количество классов K , определяемое по формуле (2).

2. По заданному числу классов вычисляются классовой интервалы

$$\lambda_P = \frac{P_{max} - P_{min}}{K}$$

$$\lambda_Q = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{K} \tag{8}$$

3. Определяются границы классов, средние значения классов и строятся корреляционные таблицы, в элементах которой записывается наличие совместного попадания ординат в соответствующие классы.

4. Вычисляются частоты $P_{ij}(P,Q)$ совместного появления P_i и Q_i .



5. По корреляционной таблице вычисляются безусловные вероятностные характеристики

$$m_P = \sum_{i=1}^k P_i^{cp} P_i(P)$$

$$m_Q = \sum_{j=1}^k Q_j^{cp} P_j(Q)$$
(9)

$$D_P = \sum_{i=1}^n (P_i^{cp} - m_P) P_i(P) - \frac{(\lambda_P)^2}{12}$$

$$D_Q = \sum_{j=1}^n (Q_j^{cp} - m_Q) P_j(P) - \frac{(\lambda_Q)^2}{12}$$
(10)

где поправка $\frac{(\lambda_P)^2}{12}$ и $\frac{(\lambda_Q)^2}{12}$

$$\rho_{PQ} = \frac{\sum_{j=1}^k (P_i^{cp} - m_P)(P_j^{cp} - m_Q) P_{i,j}(P)}{(N-1) \sigma_P \sigma_Q}$$
Г(11)

7. Определяется условное математическое ожидание (регрессия) P(t) относительно Q (t) относительно P(t)

$$m_{P/Q} = \frac{1}{P_i(Q)} \sum_{j=1}^k P_i^{cp} P_{ij}(Q)$$

$$m_{Q/P} = \frac{1}{P_j(P)} \sum_{i=1}^k Q_i^{cp} P_{ij}(Q)$$
(12)

Аналогичные вычисления выполняются и по другим каналам связи рассматриваемых объектов.

В соответствии с рассматриваемыми моделями функционирования получают линейные математические модели в виде парных регрессий по каналам связи P - Q, S_и- S_к, H_и- H_к и S_и-П.

1. Для линии обработки вороха семенников трав и злаковых культур

$$Q_1 = a_1^Q + b_1^Q P_1$$

$$S_{k1} = a_1^S + b_1^S S_{и1}$$

$$H_{k1} = a_1^H + b_1^H H_{и1}$$
(13)

2. Для ворохоочистителя скальператорного типа

$$Q_2 = a_2^Q + b_2^Q P_2$$

$$S_{k2} = a_2^S + b_2^S S_{и2}$$

$$S_{k2} = a_2^H + b_2^H \Pi_2$$
(14)



3. Для машины первичной очистки ЗВС-20

$$\begin{aligned}Q_3 &= a_3^Q + b_3^Q P_3 \\S_{k3} &= a_3^S + b_3^S S_{и3} \\H_{k3} &= a_3^H + b_3^H H_{и3}\end{aligned}\quad (15)$$

4. Для зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 (одна линия) с дополнительно установленной машиной ЗВС-20

$$\begin{aligned}Q_4 &= a_4^Q + b_4^Q P_4 \\S_{k4} &= a_4^S + b_4^S S_{и4} \\H_{k4} &= a_4^H + b_4^H H_{и4}\end{aligned}\quad (16)$$

5. Для полнокомплектной семяочистительной линии

$$\begin{aligned}Q_5 &= a_5^Q + b_5^Q P_5 \\S_{k5} &= a_5^S + b_5^S S_{и5} \\H_{k5} &= a_5^H + b_5^H H_{и5}\end{aligned}\quad (17)$$

Математические модели прогноза качества функционирования всех 5 объектов представляются линейными уравнениями множественной регрессии (в последовательности по п.п. 1...5)

$$Q_1 = a_0^1 + a_1^1 P_1 + a_2^1 S_{и1} + a_3^1 H_{и1} \quad (18)$$

$$Q_2 = a_0^2 + a_1^2 P_2 + a_2^2 S_{и2} + a_3^2 H_{и2} \quad (19)$$

$$Q_3 = a_0^3 + a_1^3 P_3 + a_2^3 S_{и3} + a_3^3 H_{и3} \quad (20)$$

$$Q_4 = a_0^4 + a_1^4 P_4 + a_2^4 S_{и4} + a_3^4 H_{и4} \quad (21)$$

$$Q_5 = a_0^5 + a_1^5 P_5 + a_2^5 S_{и5} + a_3^5 H_{и5} \quad (22)$$

Для анализа внутренней структуры случайных процессов используются корреляционные функции входных и выходных процессов. Определяется степень идентичности полученных моделей. При степени идентичности 0,6...0,8 и более принимается, что модели с достаточной тонкостью описывают технологические процессы исследуемых объектов.

Вывод. На основании этих моделей можно прогнозировать качественные показатели функционирования машин и агрегатов, что позволит производить обоснованный подбор машин и оборудование для зерноочистительных комплексов.

*Литература*

1. *Игнатов В.Д.* Прогнозирование и оценка надежности функционирования технологических уборочно-транспортных систем /*В.Д. Игнатов* //Науч.-техн.бюл./Сиб.НИИ механизации и электрификации сел. хоз-ва. - 1989. - с. 10...16.
2. *Леженкин А.Н.* Повышение эффективности работы ворохоочистителя за счет интенсификации его технологического процесса / *А.Н. Леженкин* //Дис... канд.техн.наук.– Л.,1989. – 166 с.
3. *Михайлов Є.В.* Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України: монографія / *Є.В. Михайлов.* – Мелітополь: Люкс. 2012. – 260 с.
4. *Михайлов Є.В.* Проблеми післязбиральної обробки зерна в південних районах України / *Є.В.Михайлов* // Труды Таврической государственной агротехнической академии – Вип. 1. Техника в сельском хозяйстве, т.4 – Мелітополь, 1998. – С. 51 – 54.
5. *Михайлов Е.В.* О моделюванні параметрів технологічної оснащуності післязбиральної обробки зерна / *Е.В. Михайлов* // Материалы научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов. – Мелитополь,1996. – С. 86.
6. *Михайлов Е.В.* Математические модели прогноза качества работы зерноочистительных машин и агрегатов / *Є.В. Михайлов, В.С. Еремеев* // Труды Таврической государственной агротехнической академии – Вип. 2. Отраслевое машиностроение, т.3 – Мелітополь, 1998. – С. 83 – 87.
7. *Михайлов Є.В.* Основи розрахунку основних параметрів технічної оснащеності процесу післязбиральної обробки зерна / *Є.В.Михайлов, В.Т.Надикто* // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2006. – Вип. 41. – С. 5 – 11.
8. *Михайлов Е.В.* Использование метода имитационного моделирования при обосновании параметров процесса послеуборочной обработки зерна / *Е.В. Михайлов, В.М. Дегтев* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010. – Вип. 10, т. 8. – С. 209 – 214.
9. *Михайлов Е.В.* Методология обоснования состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна / *Е.В. Михайлов* // Известия Международной академии аграрного образования.– СПб, 2013. – Вып. 19. – С. 73 – 80.
10. *Михайлов Е.В.* Многоуровневая модель системы технической оснащенности процесса послеуборочной обработки зерна / *Е.В. Михайлов* // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: Сборник научных статей по материалам IX международной научно-практической конференции. – Ставрополь: Агрус, 2013. – С. 66 – 71.



МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН І АГРЕГАТІВ

Є.В.Михайлов, Б.А. Волик

Анотація – в статті представлені методичні аспекти прогнозування показників якості функціонування зерноочисних машин і агрегатів агропідприємств Півдня України.

METHODICAL ASPECTS OF FORECASTING INDICATORS QUALITY OF FUNCTIONING GRAIN CLEANING MACHINES AND PLANTS

E. Mikhailov, B.Volik

Summary

The article presents the methodological aspects of forecasting of indicators of quality of functioning of the grain-cleaning machines and units of agricultural enterprises of the South of Ukraine.