

УДК 62-51

05.00.00 Технические науки

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ АСУ ЗАВОДА ПЕРВИЧНОГО ВИНОДЕЛИЯ**

Нестеров Геннадий Дмитриевич  
к.т.н., профессор  
SPIN код = 5921-3711  
e-mail:nnnnnnn46@ mail.ru

Нестерова Нонна Семеновна  
к.т.н., доцент  
SPIN - код = 5211-5175  
e-mail:nnnnnnn46@ mail.ru

*Академия маркетинга и социально-информационных технологий (ИМСИТ), Краснодар, Россия*

Автоматизация производственных процессов является необходимым условием уменьшения потерь для перерабатывающих предприятий. Любая автоматизированная система содержит подсистемы, каждая из которых решает конкретные задачи, являясь в то же время принадлежностью всей системы. Поэтому, приступая к проектированию системы приемки и переработки сырья, следует определить значимость результата решения каждой задачи для повышения эффективности производственного цикла. В статье приведены результаты экспертных опросов специалистов – виноделов для определения задач автоматизации процессов на заводах первичного виноделия

Ключевые слова: ПРИЕМКА СЫРЬЯ, ЭКСПЕРТНЫЙ ОПРОС, НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТ, РАНЖИРОВАНИЕ, ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ

**Doi: 10.21515/1990-4665-130-057**

Эффективное использование сельскохозяйственного сырья на перерабатывающих предприятиях возможно при наличии систем оптимального управления процессами его переработки, в том числе приемки. В частности, на заводах первичного виноделия за сравнительно короткий промежуток сезонного времени (1,5-2 месяца) принимают огромное количество сырья, различного по ботаническим сортам и качественным показателям. При этом практически каждый сорт винограда можно перерабатывать в нескольких направлениях и получать различные виноматериалы.

UDC 62-51

Engineering

**DEFINITION OF PROBLEMS OF ASC OF A PRIMARY WINEMAKING PLANT**

Nesterov Gennadiy Dmitrievich  
Cand.Tech.Sci., professor  
SPIN – code =5921-3711  
e-mail:nnnnnnn46@ mail.ru

Nesterova Nonna Semenovna  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
SPIN – code = 5211-5175  
e-mail:nnnnnnn46@ mail.ru

*Academy of Marketing and Social-Information Technologies (IMSIT), Krasnodar, Russia*

Automation of productions is a necessary condition of reduction of losses for processing enterprises. Any automated system contains subsystems, each of which solves specific objectives, being at the same time accessory of all system. Therefore, when starting designing a system of acceptance and processing of raw materials, it is necessary to define the importance of result of the solution of each task for increase in efficiency of a production cycle. In the article we present results of expert polls of experts – wine makers for definition of problems of automation of processes in the plants of primary winemaking

Keywords : RAW MATERIALS ACCEPTANCE, EXPERT POLL, DIRECTION OF WORKS, RANGING, TASK OF MANAGEMENT

При оперативном управлении приемкой и переработкой сырья необходимо иметь производственную программу, учитывающую ограничения по ассортименту готовой продукции, составу и количеству сырья, наличию производственных мощностей.

Для ее составления следует использовать системный подход, реализация которого предполагает исследование завода первичного виноделия как единого целого и подчинение результатов решения отдельной задачи, например, эффективного использования сырья, достижению глобальной цели – получению максимального качества продукции завода.

В целях определения задач системы оперативного управления производственным процессом проведен экспертный опрос 15 специалистов - виноделов Кубани. Используются две методики, а именно: ранжирование и метод частичных парных сравнений [1].

Опросные листы включали 13 потенциально возможных задач оперативного управления, повышающих эффективность функционирования завода первичного виноделия.

Обработка результатов по методу ранжирования заключалась в определении  $\varphi_i$  – усреднённых оценок важности каждого направления работ.

$$\varphi_i = \frac{\sum_{j=1}^m \rho_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \rho_{ij}}, \quad (1)$$

где  $\rho_{ij}$  - оценка  $i$ -той цели  $j$ -тым экспертом;

$m, n$  – соответственно число экспертов и решаемых задач.

Проверку объективности ранжирования проводили на основе ранговой корреляции. Вычисляли коэффициент меры согласованности мнений экспертов  $W$ , называемый коэффициентом конкордации [2].

$$W = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - n)}; \tag{2}$$

$$S(d^2) = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m \rho_{ij} - \frac{1}{2}m(n+1) \right)^2. \tag{3}$$

Для рассматриваемой процедуры опроса  $W = 0,549$ .

Значимость коэффициента конкордации оценивали по критерию Пирсона, так как величина  $m(n - 1)W$  имеет распределение  $\chi^2$  с  $\nu = n - 1$  степенями свободы

$$\chi^2 = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12}mn(n+1)} \tag{4}$$

При 1%-ном уровне значимости [3] для рассматриваемой процедуры ранжирования  $\chi^2 = 98,82$ ,  $\nu = 12$ ,  $\chi^2_{табл} = 26,20$

Гипотеза о наличии согласия экспертов при ранжировании задач оперативного управления была принята, так как  $\chi^2_{табл} < \chi^2$ .

В связи с тем, что в состав опрашиваемых входили специалисты разной квалификации, возникла необходимость учёта их компетентности при обработке результатов анкетирования. Для этой цели все эксперты были проранжированы в соответствии с их образованием, стажем и опытом работы, вычислены ранги и пропорционально их значениям приписаны веса  $\beta_j$  каждому эксперту.

Вычислив усреднённые оценки важности каждого направления работ  $\varphi_i^*$  с учётом компетентности экспертов получили уточненные значения

$$\varphi_i^* = \frac{\sum_{j=1}^m \rho_{ij} \beta_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \rho_{ij} \beta_j} \tag{5}$$

Для проверки гипотезы о согласии экспертов определили соответствующее значение коэффициента конкордации  $W^*$  и значение  $\chi^2$ :

$$W^* = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - n) \left(\frac{\sum \beta_i}{m}\right)^2} \quad (6)$$

$$\chi^2 = m(n - 1)W^* \quad (7)$$

Полученный с учётом компетентности экспертов коэффициент  $W^* = 0,526$  значим для 1%-ного уровня значимости, так как  $\chi^2_{\text{табл}} = 26,20 < \chi^2 = 94,68$  при  $\nu = 12$ .

Таким образом, учёт весов экспертов незначительно уменьшил величину коэффициента конкордации.

При частичных парных сравнениях эксперту предлагали заполнить часть опросной матрицы, обозначив в каждой клетке ту из двух сравниваемых задач, которая является более важной при оперативном управлении.

В процессе обработки результатов опроса неполную матрицу дополняли и для каждого эксперта определяли  $\ell_{ij}$  частоту превосходства  $i$ -той цели над остальными  $(i - 1)$ . Вычисляли среднюю для всех экспертов частоту

$$\ell_i = \frac{\sum_{j=1}^m \ell_{ij}}{m} \quad (8)$$

Учитывая, что общее число сравнений  $\gamma$ , проведённых одним экспертом, равно

$$\gamma = \frac{n(n - 1)}{2}, \quad (9)$$

находили усреднённые оценки важности каждой цели управления [22]

$$Y_i = \frac{\theta_i}{Y} \quad (10)$$

Мерой согласованности мнений экспертов при парных сравнениях является коэффициент согласия  $V$  [2]:

$$V = \frac{4Q}{m(m-1) \cdot n(n-1)}, \quad (11)$$

Здесь

$$Q = \sum Y_{ij}^2 - m \sum Y_{ij} + C_m^2 C_n^2. \quad (12)$$

где

$Y_{ij}$  – элементы слева от диагонали общей для всех опрошенных матрицы, преобразованной к виду, в котором номера задач расположены по осям координат в соответствии с порядком убывания сумм по строкам общей матрицы;

$C_m^2$  – число сочетаний из  $m$  по 2;

$C_n^2$  – число сочетаний из  $n$  по 2.

Значимость коэффициента  $V$  оценивали по критерию  $\chi^2$ [2];

$$\chi^2 = \frac{4}{m-2} \left\{ Q - \frac{1}{2} C_n^2 C_m^2 \frac{m-3}{m-2} \right\} \quad (13)$$

Полученное значение  $\chi^2$  сравнивали с табличными  $\chi_{\text{табл}}^2$  для  $\nu$  степеней свободы, где

$$\nu = C_n^2 \frac{m(m-1)}{(m-2)^2}. \quad (14)$$

В рассматриваемой процедуре опроса  $V = 0,812$ ;  $\nu = 96,92$ ;  $\chi^2 = 249,2$ . Так как значения  $\chi^2$  затабулированы, в основном, для  $\nu \leq 30$ ,  $\chi_{\text{табл}}^2$  при 1%-ном уровне значимости  $P$  вычисляли по формуле[3]

$$x_{\text{табл}}^2 = \frac{1}{2} (\sqrt{2\nu - 1} + U_{1-p})^2, \quad (15)$$

где  $U_{1-p}$  - квантили нормального распределения, приведённые в [2],  $x_{\text{табл}}^2 = 126,4$ .

В соответствии с результатами обработки экспертных оценок методами непосредственного ранжирования и частичных парных сравнений получили распределение задач оперативного управления приёмкой и переработкой винограда по степени их важности.

Связь между итоговыми распределениями оценивали коэффициентом ранговой корреляции  $\tau$  по Спирмену [3].

Для случая совпадения рангов

$$\tau = \frac{s}{\sqrt{\left(\frac{1}{2}n(n-1) - T\right)\left(\frac{1}{2}n(n-1) - U\right)}}; \quad (16)$$

Здесь

$$s = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{ij}; \quad (17)$$

$$T = \frac{1}{2} \sum t(t-1); \quad (18)$$

где  $T$  и  $U$  — число повторений рангов в итоговых распределениях;

$a_{ij}, b_{ij}$  — связи между рангами в итоговых распределениях.

Для определения значимости коэффициента  $\tau$  вычисляли дисперсию  $\sigma_s^2$ :

$$\sigma_s^2 = \frac{1}{18} (n(n-1)(2n+5) - \sum t(t-1)(2t+5) - \sum U(U-1)(2U+5)) + \\ + \frac{1}{9n(n-1)(n-2)} \left( \sum_t (t-1)(t-2) \left( \sum_U U(U-1)(U-2) \right) + \right.$$

$$+ \frac{1}{2n(n-1)} (\sum t(t-1)) (\sum u(u-1)) \tag{19}$$

и величину  $\frac{s}{\sigma_s}$ .

В рассматриваемом случае  $\tau = 0,78$ ;  $\sigma_s = 143$ ;  $\frac{s}{\sigma_s} = 3,1$ .

Из [3]  $p\left(\frac{s}{\sigma_s} \geq 3,1\right) = 0,001$

Следовательно, коэффициент ранговой корреляции по Кендаллу значим с вероятностью  $p = 0,999$

Результаты обработки анкет при опросе двумя названными методами даны в таблице 1

Таблица 1 - Результаты обработки анкет

№ п.п.	Задачи управления (направления работ)	Усреднённые оценки важности			
		Метод ранжирования		Метод парных сравнений	
		Без учёта компетентности экспертов $\varphi_i$	С учётом компетентности экспертов $\varphi^*$	Без учёта компетентности экспертов $\varphi_i$	С учётом компетентности экспертов $\varphi^*$
1	2	3	4	5	6
1.	Централизованный сбор информации и её первичная обработка	0,11	0,11	0,12	0,13
2.	Формирование и индификация рекомендаций персоналу по координации нагрузок и оптимизации производства	0,12	0,13	0,11	0,13
3.	Составление графика поступления и переработки винограда	0,12	0,11	0,11	0,12
4.	Координация работы предприятия с агрозоной, в частности, расчёта минимальных размеров партий	0,12	0,12	0,11	0,11
5.	Обнаружение и сигнализация предаварийных ситуаций	0,02	0,03	0,02	0,02
6.	Цифровая регистрация технологических параметров	0,03	0,02	0,02	0,03
7.	Оптимизация режимов				

	оборудования	0,13	0,15	0,14	0,13
8.	Автоматический контроль качества получаемых продуктов и полупродуктов	0,05	0,04	0,05	0,05
9.	Расчёт материального баланса по отдельным секциям	0,02	0,01	0,03	0,02
10.	Составление сменно-суточного задания	0,14	0,12	0,15	0,13
11.	Управление режимами работы аппаратов (автоматическая стабилизация режимов)	0,01	0,01	0,01	0,02
12.	Расчёт объёмов израсходованного сырья, материалов, энергии, значений техникоэкономических показателей за один час, сутки, смену	0,03	0,04	0,03	0,03
13.	Индикация состояния основного оборудования	0,10	0,11	0,10	0,09

Таким образом, выявлены семь основных задач 1, 2, 3, 4, 7, 10, 13 (таблица 1), решение которых системой оперативного управления позволит добиться эффективного использования сырья, уменьшения простоев транспорта, увеличения коэффициента загрузки оборудования, повышения качества конечной продукции.

Итак, с целью повышения эффективности процессов приёмки и переработки винограда необходимо разработать и внедрить систему диспетчерского управления, решающую следующие задачи:

- 1) централизованный сбор информации и её первичная обработка;
- 2) формирование и индикация рекомендаций персоналу по координации нагрузок и оптимизации производства;
- 3) составление графика поступления и переработки винограда;
- 4) координация работы предприятия и агрозоны в части расчёта минимальных размеров партий поставляемого сырья;
- 5) оптимизация режимов работы оборудования;
- 6) составление сменно-суточного задания;

7) индикация состояния основного оборудования.

#### Список литературы

1. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Часть 2. Экспертные оценки. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.- 486 с.
2. Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский А.А. Теория выбора и принятия решений.-М.: Наука,1982ю-327с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. — 6-е изд. стер. — М.: Высш. шк., 1999.— 576 с.

#### List of references

1. Orlov A.I. Organizacionno-ehkonomicheskoe modelirovanie. CHast' 2. EHkspertnye ocenki. - M.: Izdatel'stvo MGTU im. N.EH. Baumana, 2011.- 486 s.
2. Makarov I.M., Vinogradskaya T.M., Rubchinskij A.A. Teoriya vybora i prinyatiya reshenij.-M.: Nauka,1982yu-327s.
3. Ventcel' E.S. Teoriya veroyatnostej: Ucheb. dlya vuzov. — 6-e izd. ster. — M.: Vyssh. shk., 1999.— 576 с.