

УДК 664.1.039

Профессор Н. Г. Кульнева, профессор В. А. Голыбин,  
(Воронеж гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии сахаристых веществ,  
тел. (473) 255-07-51

аспирант А. М. Мантулин  
(Воронеж гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства  
и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

## Методология повышения эффективности работы сахарных заводов

Предложена методология оценки эффективности отдельных стадий технологического процесса свеклосахарного производства на основе расчета аналитических коэффициентов качества. Полученная модель апробирована при анализе показателей работы сахарных заводов ЦЧР.

The method for estimate of efficiency individual stages of sugar beet production process with using of analytical quality factors is proposed. The model had been resulted was tested by analyzing the performance of CCA sugar mills.

*Ключевые слова:* свеклосахарное производство, производственно-экономическая модель, эффективность производственных процессов.

Технологические процессы сахарного производства являются совокупностью взаимосвязанных последовательных операций, параметры которых определяются как качеством перерабатываемого сырья, так и принятой на данном предприятии технологической схемой. При разработке инструментальных средств контроля и диагностики рассматриваемой технологической системы необходимо учитывать наличие взаимодействий между параметрами данной технологической системы.

Разработку механизма управления предлагается проводить с использованием системного подхода, позволяющего провести декомпозицию рассматриваемой системы для выявления причинно-следственных связей, количественной их оценки и создания основы для построения автоматизированной системы поддержки принятия решений.

Результатом декомпозиции является выделение отдельных условно-независимых подсистем рассматриваемой технологической системы и выявление параметров технологического процесса, оказывающих на него значимое влияние на определенном этапе.

Для оценки качества исходного сырья предложена модель, базирующаяся на использовании нескольких основных показателей, характеризующих качество свеклы и ее подготовки к переработке (сахаристости, длины 100 г стружки, чистоты нормального сока), на основе которых рассчитывается аналитический коэффициент качества исходного сырья.

Эффективность работы свеклоперерабатывающего отделения характеризуется чистотой диффузионного сока, а эффективность производства выражается через соответствующий аналитический коэффициент, учитывающий выход сахара, выход условной мелассы, содержание сахарозы в мелассе.

Расчет аналитического коэффициента ( $I$ ) в каждом обозначенном случае проводится посредством вычисления геометрической средней:

$$I = \sqrt[n]{\prod_i^n K_i},$$

где  $n$  – количество коэффициентов;  $K_i$  – отдельный показатель.

Показатели качества исходного сырья за 2007-2009 годы для Хохольского сахарного комбината приведены в табл. 1, показатели эффективности свеклоперерабатывающего отделения и эффективности производства за аналогичный период – в табл. 2 [2].

Таблица 1

Коэффициенты качества исходного сырья

Производственный сезон	Коэффициенты			
	сахаристости свеклы	параметров стружки	чистоты свек. сока	аналитический коэффициент
2007/08	1,00	0,77	0,99	0,91
2008/09	1,00	0,87	0,98	0,95
2009/10	1,07	0,80	1,00	0,95

На основании рассчитанных выше аналитических показателей строится трехмерная экономико-математическая модель оценки эффективности производства (рис.1).

Таблица 2

Аналитические показатели эффективности свеклоперерабатывающего отделения и производства в целом

Коэффициент, К	Производственный сезон		
	2007–2008	2008–2009	2009–2010
Эффективность свеклоперерабатывающего отделения	1,00	0,98	1,01
Эффективность сокоочистительного отделения	0,99	0,98	0,99
Выход сахара	0,86	0,87	1,00
Выход условной мелассы	0,93	0,88	1,00
Содержание сахарозы в мелассе	0,95	0,91	1,00
Аналитический показатель эффективности производства	0,91	0,89	1,00

Если рассмотреть более подробно структуру интегрального коэффициента, характеризующего качество свеклы, то можно заметить, что наиболее проблемным местом являются показатели качества свекловичной стружки. Внедрение оперативных мер на этом этапе позволит улучшить показатели качества и повысить эффективность последующих технологических процессов.

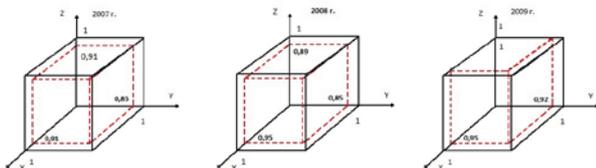


Рис. 1. Экономико-математическая модель эффективности производства на основе анализа сокоочистительного отделения:  $x$  – коэффициент эффективности сокоочистительного отделения,  $y$  – аналитический коэффициент качества исходного сырья,  $z$  – аналитический показатель эффективности производства

Результаты анализа свидетельствуют, что производственный сезон 2009 года является наиболее эффективным с точки зрения технологических показателей переработки свеклы, а достигнутые в этот период показатели могут считаться оптимальными для данного предприятия. Более низкая результативность в предыдущие 2007-2008 годы свидетельствует об упущенных возможностях предприятия. Необходим более детальный анализ показателей технологического процесса, позволяющий выявить слабые стороны производства и разработать комплекс мероприятий, направленных на улучшение ситуации.

Исследование эффективности процессов переработки сахарной свеклы в конечный продукт осуществляли на основе методологии системного статистического анализа технологических показателей производства сахара, позволяющей выявить скрытые зависимости и резервы применяемой технологии для нахождения оптимальных уровней показателей и подсчета существующих потерь.

Модель, описывающая чистоту диффузионного сока ( $Y$ ) в зависимости от параметров качества сырья, имеет вид:

$$Y = 80,032 + 0,120X_1 - 0,318X_2 - 0,174X_3 + 0,369X_4,$$

где  $X_1$  – длина 100 г свекловичной стружки, м;  $X_2$  – массовая доля корнеплодов, пораженных слизистым бактериозом, %;  $X_3$  – массовая доля загнивших корнеплодов, %;  $X_4$  – сахаристость свекловичной стружки, %.

Уровни  $r = 0,91$  и  $p = 0,00025$  свидетельствуют о том, что уравнение является достоверным и может использоваться при прогнозировании чистоты диффузионного сока (рис. 2.).

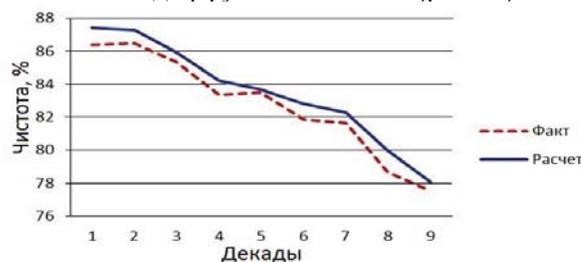


Рис. 2. Зависимость фактической и расчетной чистоты диффузионного сока от качественных показателей перерабатываемой свеклы

Установлено, что отклонение чистоты диффузионного сока от возможного расчетного значения влечет финансовые потери, связанные с перерасходом известняка, которые исчисляются по итогам трех лет в размере 2353,97 тыс. р для Хохольского сахарного комбината производственной мощностью 3 тыс. т переработки свеклы в сутки (табл. 3).

Расчитана зависимость чистоты сиропа от показателей качества сырья (рис. 3). На основе полученных данных проведена оценка размеров недополученной прибыли: объем выпускаемого сахара-песка снизился на 172,360 т, что привело к финансовым потерям 2506,9 тыс. р.

Полученные расчеты для нескольких сахарных заводов Воронежской области свидетельствуют о неиспользованных возможностях предприятий в рациональной организации технологического процесса, что приводит к финансовым потерям, в том числе перерасходу от 1 до 2 тыс. т известняка каждым предприятием за производственный сезон.

Таблица 3  
Финансовые потери, связанные с перерасходом известняка

Год	Перерасход известняка из-за низкой чистоты диффузионного сока, т	Цена за 1 т известняка, р	Финансовые потери, р
2007	1909,153	471,62	900395
2008	1847,464	485,52	896981
2009	1116,896	498,34	556594
<b>Всего</b>	<b>4873,514</b>	<b>-</b>	<b>2353970</b>

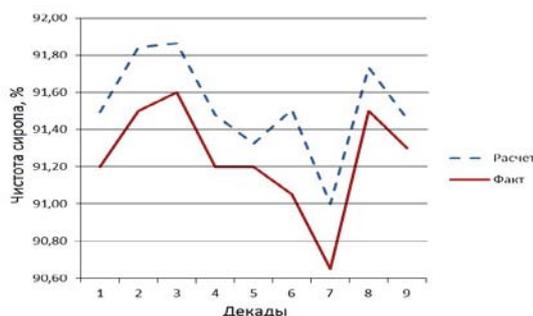


Рис. 3. Чистота сиропа фактическая и расчетная по декадам, %

После обобщения полученных результатов для разных производственных сезонов можно выделить два пути повышения эффективности работы предприятия:

- разработка высокоэффективных ресурсосберегающих технологических приемов, повышающих качество полупродуктов на станциях получения и очистки диффузионного сока при снижении суммарных материальных и энергетических затрат на предприятии;

- проведение детального анализа существующей технологической схемы с выделением тех участков и параметров, которые снижают полезность работы системы, и разработка математических моделей и алгоритмов принятия решений по управлению этим процессом.

С использованием регрессионного анализа проведена оценка динамики потерь сахарозы на отдельных стадиях сахарного производства, выявлена взаимосвязь между качеством сырья, полупродуктов и основными источниками потерь сахарозы (рис. 4).

На основе показателей работы Хохольского сахарного комбината рассчитана величина неучтенных сверхнормативных потерь сахарозы в производстве и оценен размер недополученной прибыли (табл. 4) [1].

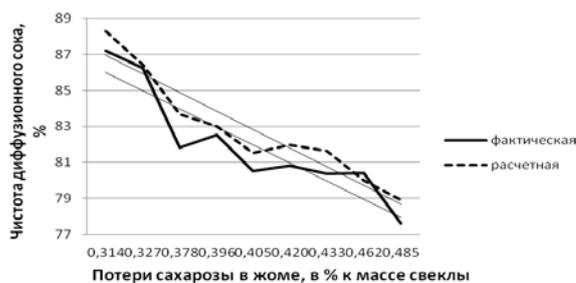


Рис. 4. Потери сахарозы в свеклоперерабатывающем отделении

Таблица 4  
Величина потерь сахарозы в производстве

Показатель	Год		
	2007	2008	2009
Масса переработанной свеклы, т	259065	306008	137357
Сахаристость свеклы, %	17,16	17,55	19,27
Потери сахарозы в производстве, % к массе свеклы	0,41	0,36	0,35
Потери сахарозы в мелассе, % к массе свеклы	1,72	1,79	1,63
Выход сахарозы, % к массе свеклы	14,78	14,97	17,19
Неучтенные сверхнормативные потери, % к массе свеклы, т	0,25 648	0,43 1316	0,10 137
Недополученная прибыль в ценах соотв-го года, тыс. р.	10183,3	22058,8	3286,6

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что основной причиной потерь сахарозы является низкий уровень организации и контроля производства, не обеспечивающий своевременную диагностику и коррекцию технологического процесса в соответствии с изменяющимся качеством перерабатываемого сырья. Для повышения эффективности производства разработаны способы управления технологическим процессом и новые приемы, обеспечивающие стационарность, ресурсосбережение и улучшение экономических показателей [3].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ потерь сахарозы в свеклосахарном производстве и пути их снижения [Текст] / Н. Г. Кульнева, В. А. Голыбин, А. И. Мещерякова, В. А. Федорук, А. М. Мантулин // Сахар. - 2011.- № 2. – С. 42 - 46.
2. Кульнева, Н.Г. Оценка эффективности свеклосахарного производства [Текст] / Н. Г. Кульнева, И. П. Богомолова, А. М. Мантулин // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2011. - № 2. – С. 35-38.
3. Кульнева, Н. Г. Разработка методов контроля и диагностики параметров технологических процессов свеклосахарного производства [Текст] / Н. Г. Кульнева // Сибирский вестник с.-х. науки. - 2009. - № 12. – С. 101-109.