

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств  
Кафедра пищевой биотехнологии

*С. П. Василевская, В.Ю. Полищук, В. П. Попов*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АБРИКОСОВОГО СОКА

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программе высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000.62 Технологические машины и оборудование, 260800.68 Технология продукции и организация общественного питания

Оренбург  
2012

УДК 663(076.5)  
ББК 36.81я7  
В19

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Г.А. Сидоренко

**Василевская, С. П.**

В19 Определение комплексной интегральной оценки эффективности технологии производства абрикосового сока : методические указания / С.П. Василевская, В. Ю. Полищук, В.П. Попов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ. 2012. – 17 с.

Основное содержание: общие зависимости баланса сухих веществ и воды, порядок расчета количественного распределения исходных сырьевых компонентов и готовой продукции и отходов на примере производства абрикосового сока, методика расчета эффективности используемой технологии.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программе высшего профессионального образования по направлению подготовки 151000.62 Технологические машины и оборудование по курсу «Учебно-исследовательская работа студентов» и по направлению подготовки 260800.68 Технология продукции и организация общественного питания по курсу «Научные основы производства продуктов питания».

УДК 663(076.5)  
ББК 36.81я7

© Василевская С.П.,  
Полищук В.Ю.,  
Попов В.П., 2012  
© ОГУ, 2012

## Содержание

1	Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов в готовой продукции и отходах.....	4
1.1	Общие зависимости баланса сухих веществ и воды.....	4
1.2	Расчет материального баланса при производстве абрикосового сока.....	6
2	Расчет эффективности используемой технологии.....	9
3	Задание.....	12
	Список использованных источников.....	17

# 1 Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов в готовой продукции и отходов

## 1.1 Общие зависимости баланса сухих веществ и воды

Исходные данные для расчета включают качественные и количественные показатели сырья, технологическую схему или операторную модель процесса, ассортимент выпускаемой продукции, нормы потерь различного вида и их качественную характеристику.

Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов заключается в определении доли каждого исходного компонента в готовой продукции и отходах.

Технологический процесс производства любой продукции фактически заключается в перераспределении сухих веществ и влаги, а также в частичном преобразовании их в другие компоненты.

Определение количества сухих веществ, содержащегося в  $i$ -го исходном компоненте  $B_{ci}$  в килограммах производится по формуле

$$B_{ci} = V_i \frac{100 - W_i}{100},$$

где  $V_i$  – норма расхода  $i$ -го компонента сырья на единицу продукции, кг;

$W_i$  – влажность  $i$ -го компонента сырья, %.

Количество влаги, содержащееся в  $i$ -ом исходном компоненте  $B_i$  в килограммах определяется по формуле

$$B_i = V_i - B_{ci}.$$

При объединении компонентов (приготовление суслу, внесение в сусло хмеля и т.д.) подсчитываются отдельно суммы:  $\Sigma V_i$ ,  $\Sigma B_{ci}$ ,  $\Sigma B_i$ .

При отделении от смеси  $i$ -го отхода в количестве  $V_j^o$  с влажностью  $W_j^o$  в нем определяются следующие параметры:

- количество сухих веществ

$$B_{Cj}^o = V_j^o \frac{100 - W_j^o}{100};$$

- количество воды

$$B_j^o = V_j^o - B_{Cj}^o.$$

Количество сухих веществ, отделенное от  $i$ -го компонента смеси  $B_{Cij}^o$  в килограммах определяется по формуле

$$B_{Cij}^o = \beta_i B_{Cj}^o,$$

где  $\beta_i = \frac{V_i}{\Sigma V_i}$  – массовая доля  $i$ -го компонента смеси.

Количество, перешедшего из смеси в  $j$ -ый отход  $i$ -го компонента  $V_{ij}^o$  в килограммах определяется по формуле

$$V_{ij}^o = \frac{100 B_{Cij}^o}{100 - W_j^o}. \quad (1)$$

Количество влаги  $i$ -го компонента, перешедшего из смеси в  $j$ -ый отход  $B_{ij}^o$  в килограммах составляет

$$B_{ij}^o = V_{ij}^o - B_{Cij}^o. \quad (2)$$

Количество полуфабриката  $\Sigma V'$ , влаги  $\Sigma B'_{Ci}$  и сухих веществ  $\Sigma B'_i$  в нем после отделения отхода определяется по формулам:

$$\Sigma V' = \Sigma V_i - V_{ij}^o;$$

$$\Sigma B'_{Ci} = \Sigma B_{Ci} - B_{Cij}^o;$$

$$\Sigma B'_i = \Sigma B_i - B_{ij}^o.$$

Расчет сводится к последовательному добавлению количеств ингредиентов и отнятию количеств отходов согласно технологии производства вплоть до получения готовой продукции.

## 1.2 Расчет баланса сухих веществ и воды при производстве абрикосового сока

При известном количестве данного компонента (в данном случае – абрикосы) в зависимости от процентного содержания смеси, находим количество исходного сырья, необходимого для производства сока, при этом учитывая все потери при переработке сырья.

Количество отходов  $V_j^o$ , кг после переработки определяется по формуле:

$$V_j^o = \frac{\omega_j m_j^o}{100} \quad (3)$$

где  $\omega_j$  - процентное содержание потерь, при переработке, %;

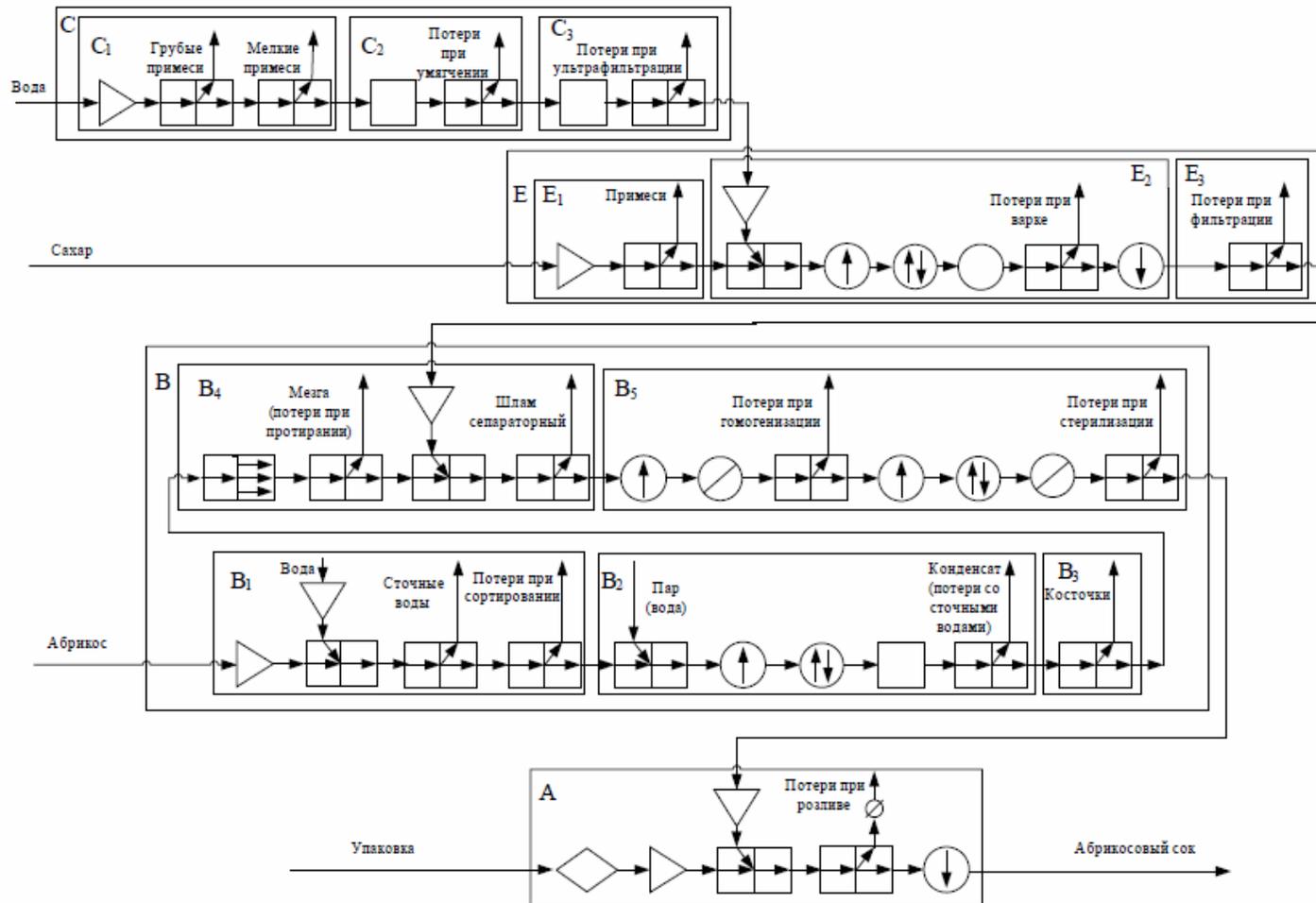
$m_j^o$  - количество сырья до переработки, кг.

Количество сырья  $m_i$ , кг, после переработки определяется по формуле:

$$m_i = m_i^o - V_j^o, \quad (4)$$

Количество сухих веществ и влаги в отходах всех видов определяется по формулам (1), (2).

Технология производства сока изображена операторной моделью (рисунок 1).



А - подсистема формирования товарного сока; В - подсистема подготовки абрикосового компонента сока;  $V_1$  - блок подготовки абрикоса;  $V_2$  - блок термической обработки абрикоса;  $V_3$  - блок отделения неиспользованных частей;  $V_4$  - блок извлечения абрикосового компонента;  $V_5$  - блок подготовки сиропа; С - подсистема подготовки воды;  $C_1$  - блок очистки от механических примесей;  $C_2$  - блок очистки от физико-химических примесей;  $C_3$  - блок очистки от микробиологических примесей; Е - подсистема приготовления сахарного сиропа;  $E_1$  - приготовление сахара;  $E_2$  - блок варки сахарного сиропа;  $E_3$  - блок очистки сахарного сиропа.

Рисунок 1 - Операторная модель производства абрикосового сока.

Расшифровка обозначений операторной модели приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Расшифровка обозначений операторной модели

Содержание операции	Обозначение
Измельчение	
Экструдирование	
Разделение (отделение)	
Смешивание без сохранения поверхности раздела	
Смешивание с сохранением поверхности раздела	
Сложный процесс (в данном случае брожение)	
Ориентирование	
Дозирование	
Нагревание	
Охлаждение	
Термостатирование	
Изменение агрегатного состояния	

В соответствии с операторной моделью первоначально от воды отделяются примеси при очистке (подсистема С). Далее отделяются примеси при очистке сахара (блок E<sub>1</sub>). Следующая операция – приготовление сахарного сиропа (подсистема С). Далее производится подготовка абрикосового компонента (подсистема В). Затем происходит смешивание абрикосовой мякоти и сахарного сиропа (блок В<sub>4</sub>). После этой операции смесь подвергается тепловой обработке (блок В<sub>5</sub>). Заключительная операция – упаковка абрикосового сока (подсистема А).

## 2 Расчет эффективности используемой технологии

Эффективность использования передовых технологий по переработке отходов будем характеризовать критерием безотходности технологического процесса:

$$K_6 = \frac{\sum H_j^o V_j^o}{\sum H_j^c V_j^c}$$

где  $H_j^o$  - стоимость сырьевых компонентов, заложенная в единицу массы  $j$ -го вида отходов, руб/кг,

$$H_j^o = \sum H_i^o \beta_{ij}, \quad \sum \beta_{ij} = 1;$$

$H_i^o$  - стоимость единицы массы  $i$ -го сырьевого компонента;

$\beta_{ij}$  - доля  $i$ -го вида сырьевого компонента в  $j$ -ом виде отходов.

Совершенство получаемой из отходов продукции будем оценивать критерием глубины переработки сырья:

$$K_2 = 1 - \frac{\sum H_j^o V_j^o}{\sum H_l^c V_l^c - \sum (H_j^o + H_j^u) V_j^o},$$

где  $H_l^n$  и  $V_l^n$  - соответственно стоимость единицы массы  $l$ -го продукта, вырабатываемого из рассматриваемого сырья, и его масса, руб/кг;

$H_j^u$  - стоимость нейтрализации единицы массы  $j$ -го отхода, руб.

Имеется потребность во введении критерия экологичности технологического процесса. Насколько опасна для окружающей среды применяемая технология по нейтрализации отходов будем оценивать критерием экологичности:

$$K_9 = 1 - \frac{\sum H_j^o V_j^o}{\sum H_l^n V_l^n - \sum (H_j^o + H_j^u) V_j^o}.$$

Перечисленные критерии являются составляющей частью интегрального критерия эффективности технологического процесса:

$$K_{тэ} = K_6 K_2 K_9.$$

Для расчета по предложенной методике использованы электронные таблицы Excel.

Схема заполнения ячеек приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Пояснения к заполнению электронной таблицы Excel.

Наименование показателя		Коды ячеек			
		Границ поля	Столбца	Отдельной ячейки	
Исходное количество абрикосов, кг				E2	
Влажность, % Содержание сахара, %	абрикосовой мякоти			J2	
	абрикосового сока			J3	
	в абрикосовой мякоти			J4	
	в абрикосовом соке			J6	
Потери, %	абрикосы	со сточными водами		E3	
		при сортировании		E4	
		с конденсатом		E5	
		при отделении косточек		E6	
		при протирании		E7	
		шлам сепараторный		T2	
	вода	при отделении грубых примесей			O8
		при отделении мелких примесей			O7
		при умягчении			O6
		при ультрафильтрации			O5
	сахар	при удалении			O4
	сахарный сироп	потери при варке			O3
		при фильтрации			O2
	абрикосовый сок	при гомогенизации			T3
		при стерилизации			T4
при розливе				T5	
Расчет материального баланса		A8-AC23			
Стоимость сырьевых компонентов, руб/кг		Y2-AA16			
Стоимость утилизации отходов, руб/кг			AG2-AG16		
Расчет эффективности используемой технологии		A24-X52			
Расчетные критерии	безотходности			G51	
	глубины переработки сырья			L52	
	экологичности			U50	
	эффективности			X50	

### **3 Задание**

1. Изучить технологию производства абрикосового сока по представленной на рисунке 1 операторной модели.
2. Изучить работу программного средства по примеру в таблице 3.
3. По согласованию с ведущим преподавателем выбрать факторы влияния на эффективность технологии и определить пределы изменения выбранных факторов.
4. Провести анализ эффективности технологии путем ввода в программное средство запланированных значений выбранных факторов в соответствии с таблицей 2.
5. Сделать выводы.

Таблица 3 – Пример расчета в электронных таблицах Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Исходные данные								
2	исходное кол-во продуктов,кг			абрикосы	100		влажность абр. мякоти W 1, %		
3	потери со сточ. водами, %				0,3		влажность смеси W см, %		
4	потери при сортировке, %				2		к-во сахара в абр. мякоти K1, %		
5	потери при конд., %				0,2		кол-во абр. мякоти V1		
6	потери при очист.от кост., %				20		кол-во сахара в купаже Kсм		
7	потери при протирании, %				5				
8	Продуктовый расчет								
9	Исходные	потери со		кол-во мытых		потери при		кол-во абр.	
10	абрикосы	сточ. водами		абрикосов		сортировке		после сортировки	
11	100	0,3		99,7		1,994		97,706	
12									
13									
14	Кол-во сах.сиропа V2			Содерж. сахара в сах.сиропе				Vсм	
15	24,70268			19				98,81073	
16									
17	Кол-во сах.сиропа до фильтр.v			потери при фильтрации			кол-во сах.сиропа	потери при	
18	24,75219			0,049504			перед варкой v0	всего	
19	в том числе						25,25733	воды	
20	сахара	воды					в том числе		
21	3,61	21,14219					сахара	воды	
22							3,61	21,64733	
23									
24	кол-во сахара начальное C			потери при удалении примесей					
25	3,613614			0,003614					
26									
27	кол-во воды перед ультраф			потери при ультраф		кол-во воды перед умяг		потери при	
28	21,669			0,021669		21,71243		0,043425	
29	общие потери			абрикосы	вода	сахар		стоимость	
30	потери со сточ.водами, %				0	0		50	
31	потери при сортировке, %				0	0		50	
32	потери при конд., %				0	0		50	
33	потери при очистке от кост., %				0	0		50	
34	потери при протирании, %				0	0		50	
35	потери примеси, %			0	0	1		20	
36	потери при варке, %			0		0		0,01	
37	потери при фильтрации, %			0	0,81	0,19		3,8081	
38	грубые примеси, %			0		0		0,01	
39	мелкие примеси, %			0		0		0,01	
40	потери при умягчении, %			0		0		0,01	
41	потери при ультрафильтрации,			0		0		0,01	
42	шлам сепараторный, %			0,75	0,2025	0,0475		38,45203	
43	потери при гомогенизации, %			0,75	0,2025	0,0475		38,45203	
44	потери при стерилизации, %			0,75	0,2025	0,0475		38,45203	
45									
46									
47						сумма стоимости компонентов,перешедших в отходы			
48						1313,834			
49						сумма первоначального сырья			
50						5072,493			
51						критерий безотх.		0,740988	
52									

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1									
2	93		потери при фильтрации,%			0,2		шлам сепараторный,	
3	90		потери при варке,%			2		потери при гомогениз	
4	3		потери примеси, %			0,1		потери при стерилиза	
5	74,10805		потери при ультраф, %			0,1		потери при розливе	
6	7		потери при умягчении, %			0,2			
7			мелкие примеси, %			0,5			
8			грубые примеси			1			
9	потери при		кол-во абр.		потери при оч.		кол-во абр.		потери при
10	конд.		после конд.		от кост.		без косточек		протиран
11	0,195412		97,51059		19,50212		78,00847		3,900424
12									
13									
14									
15									
16									
17	варке			кол-во смеси		шлам сепараторный		кол-во смеси после у	
18	0,505147			98,81073		0,197621		98,61311	
19	0,505147								
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27	умягч		кол-во воды перед удалением мелких примесей				потери при удалении мелких при		
28			21,82153				0,109108		
29	сырьевых компонентов, заложенных в единицу массы отходов, руб.							( с учетом стоимости	
30								50,05	
31								50,1	
32								50,05	
33								50,1	
34								50,1	
35								20,1	
36								0,01	
37								4,0081	
38								0,16	
39								0,16	
40								0,21	
41								0,51	
42								38,55203	
43								38,60203	
44								38,50203	
45									
46									
47				сумма стоим. Комп-тов, перешедших в отходы с учетом стоимости утилиза					
48				1316,522					
49				стоимость готовой продукции					
50				2949,524					
51				Крит. глубины переработки сырья					
52				0,195448					

	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1					стоимость сырья		абрикосы	вода	сахар
2	%	0,2					50	0,01	20
3	ации,%	0,1					50	0,01	20
4	ации,%	0,2					50	0,01	20
5		0					50	0,01	20
6							50	0,01	20
7							50	0,01	20
8							50	0,01	20
9							50	0,01	20
10							50	0,01	20
11		74,10805					50	0,01	20
12							50	0,01	20
13							50	0,01	20
14							50	0,01	20
15							50	0,01	20
16							50	0,01	20
17	даления шлама		потери при гомогениз		кол-во смеси после		потери при		кол-во сме
18					гомогенизации		стерилизации		после стер
19			0,098613		98,51449		0,197029		98,31747
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27	имесей	кол-во воды перед удалением, г.р. Прим			потери при удал. Гр.прим.				
28		22,04195			0,22042				
29	утил.)								
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47	ции отходов		стоимость утилизации отходов						
48			2,668041						
49			<b>критерий экологичности</b>		<b>критерий эффектив. техн. процесса</b>				
50			0,998354		0,144586				
51									
52									

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
1		общие потери			стоимость утилизации отходов,				
2		потери со сточн.водами, %				0,05			
3		потери при сортировке,%				0,1			
4		потери при конд.,%				0,05			
5		поте при очистке от кост.,%				0,1			
6		потери при протерании,%				0,1			
7		потери примеси,%				0,1			
8		потери при варке,%				0			
9		потери при фильтрации,%				0,2			
10		грубые примеси,%				0,15			
11		мелкие примеси,%				0,15			
12		потери при умягчении,%				0,2			
13		потери при ультрафильтрации,%				0,5			
14		шлам сепараторный,%				0,1			
15		потери при гомогенизации,%				0,15			
16		потери при стерелизации,%				0,05			
17	еси								
18	утилизации	кол-во разлитого сока						цена сока	30
19		98,31747							
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									

## **Список использованных источников**

1. Мясные продукты для детского питания / А.В. Устинов, Н.В. Тимошенко. – М.: ВНИИ мясной промышленности, 1997. – 252 с.
2. Технология продуктов детского питания : учеб. для вузов / Г. И. Касьянов. – М.: Академия, 2003. – 224 с.
3. Технология консервов для детского питания : учеб. Пособие / Г. И. Касьянов, А. Н. Самсонова. – М.: Колос, 1996. – 160 с.
4. Технология продуктов детского питания / Н.Г.Алексеев, Т.А. Кудрявцева, Л. А. Забодалова, Т. Н. Евстигнеева. – М.: Колос, 1992. – 191 с.