

УДК 665.345.4

## Оценка конкурентоспособности инновационного технического решения

*Проф. Алексеев Г.В., доц. Егошина Е.В.,  
Башева Е.П., д-р техн. наук, проф. Верболоз Е.И.*

*gva2003@rambler.ru*

*Университет ИТМО*

*191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

*Проф. Боровков М.И.*

*Санкт-Петербургский филиал Российского нового университета,*

*197198., г. Санкт-Петербург, ул. Курляндская, д. 5*

*Статья посвящена проблеме оценки конкурентоспособности новых инновационных технических решений в области технологического оборудования пищевых производств. Основной сложностью с которой сталкиваются исследователи при решении этой проблемы является отсутствие методик численных оценок конкурентоспособности. На примере установки для производства лимонного «смузи» на основе подходов развиваемых в теории нечеткой логики, в частности метода иерархий, сделаны попытки оценить отдельные технико-экономических показатели для определения путей дальнейшего совершенствования разрабатываемого технологического оборудования. Соответствующий алгоритм положен в основу создания программы анализа конкурентоспособности технического решения выполненной в прикладном пакете Mathcad и произведен предварительный анализ конкурентоспособности разрабатываемого технологического оборудования.*

*Ключевые слова:* технологическое оборудование, нечеткая логика, метод иерархий, программа Mathcad для оценки конкурентоспособности.

---

## Estimation konkurentocpocobnocti innovacionnogo technical decision

*Prof. Alexeev G.V., doc. Egoshina E.V., Basheva E.P.*

*gva2003@rambler.ru*

*University ITMO*

*191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*Prof. Borovkov M.I.*

*St. Petersburg branch of the Russian new university,*

*197198., St. Petersburg, Kurlyandskaya St., 5*

*The Article is dedicated to problem of the estimation to competitiveness new technical decisions in the field of technological equipment food production. The Main difficulty with which face the researchers at decision of this problem is an absence numerical estimation to competitiveness. On example of the installation for production "smusi" on base approach developed in theories fission logic, is in particular kneaded-yes hierarchy, are made attempts to value the separate technical econmic factors for fissions of the ways of*

*the further improvement under development technological thread. The Respective algorithm prescribed in base of the making the program of the analysis abilities of the technical decision executed in package Mathcad and is made preliminary analysis to competitiveness under development technological equipment.*

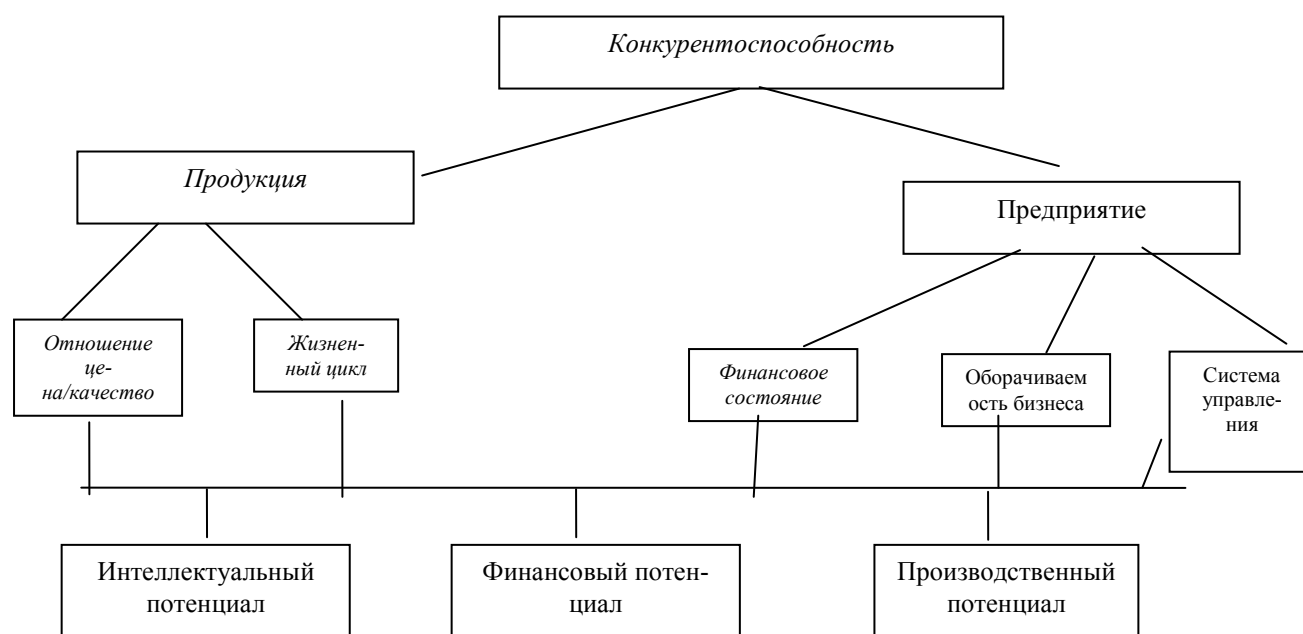
**Keywords:** technological equipment, defined logic, method hierarchy, program Mathcad for estimation of competitiveness.

Среди основных факторов определяющих успех использования нового технического решения на рынке технологического оборудования для пищевых производств безусловно является его конкурентоспособность. Этот термин интегрирует множество технико-экономических показателей, как самого оборудования, так и производимого продукта и организации процесса производства. Главным требованием улучшения этих показателей является инновационность внедряемого технического решения.

Количественное описание инновационности того или иного технического решения в большинстве случаев вызывает определенные трудности и характеризуется нечеткостью формулировок.

Одним из наиболее мощных методов в случае нечётких формулировок, различных критериев ранжирования, отсутствия возможности прямого сравнения, является метод анализа иерархий. Он основан на экспертных оценках и позволяет получить рейтинг факторов конкурентоспособности технического решения. Часто таким экспертом выступает специально созданная комиссия из покупателей и сотрудников фирмы. Если применить этот метод по отношению к предприятию, а затем по отношению к «усреднённым параметрам рынка» (на основе экспертных оценок), то появится возможность непосредственного сравнения рейтингов показателей нового оборудования и рынка, из которого также можно получить оценку конкурентоспособности.

Декомпозиция задачи рейтинговой оценки факторов конкурентоспособности приведена на рисунке 1.



**Рис. 1. Декомпозиция факторов конкурентоспособности**

Для применения метода анализа иерархий используются экспертные оценки. Их числовые значения выявляются в сравнении предпочтения одного критерия (параметра, фактора) перед другим. В экономико-математическом моделировании принята следующая шкала (таблица 1) для перевода словесных оценок в числовые.

Таблица 1

**Шкала отношений для определения преобладания факторов**

Степень значимости	Определение	Объяснение
1	Одинаковая значимость	Два действия вносят одинаковый вклад в достижение цели
3	Некоторое преобладание значимости одного действия над другим (слабая значимость)	Существуют соображения в пользу предпочтения одного из действий, однако эти соображения недостаточно убедительны
5	Существенная или сильная значимость	Имеются надёжные данные или логические суждения для того, чтобы показать предпочтительность одного из действий
7	Очевидная или очень сильная значимость	Убедительное свидетельство в пользу одного действия перед другим
9	Абсолютная значимость	Свидетельства в пользу предпочтения одного действия другому убедительны в высшей степени
2,4,6,8	Промежуточные суждения между двумя соседними значениями	Ситуации, когда необходимо компромиссное решение
Обратные величины приведённых выше ненулевых значений	Если действию $i$ при сравнении с действием $j$ приписывается одно из приведённых выше ненулевых значений, то действию $j$ при сравнении с действием $i$ приписывается обратное значение	Если согласованность была постулирована при получении числовых значений для образования матрицы

В некоторых случаях можно использовать дробные значения степеней значимости.

На основании этой шкалы определим (согласно оценки экспертной комиссии) приоритеты показателей конкурентоспособности.

Составим матрицу приоритетов показателей конкурентоспособности (с определением их весовых коэффициентов) (таблица 2)

Таблица 2

**Матрица приоритетов А показателей конкурентоспособности**

	Продажи	Финансы	Персонал	Вес. коэф-т
Продажи	1	6	3	0,667
Финансы	1/6	1	1/2	0,111
Персонал	1/3	2	1	0,222
CR	0%			

Здесь CR – коэффициент согласованности матрица приоритетов, выраженный в процентах;  
 $CR = \frac{CI}{RI}$ ,  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ ,  $RI = \frac{1,98(n - 2)}{n}$ ,  $\lambda_{\max}$  – наибольшее собственное число матрицы А,  $n$  – размер матрицы А. Если  $CR \leq 0,1$ , уровень несогласованности считается приемлемым. В противном случае уровень несогласованности матрицы сравнения А является высоким и лицу, принимающему решение, рекомендуется проверить элементы парного сравнения  $a_{ij}$  матрицы А в целях получения более согласованной матрицы.

Таблица 3

**Матрица PR приоритетов альтернатив по критерию продажи**

Альтернатива	Рекламная политика	Замена оборудования	Расширение товарного ассортимента	Отношение цена/качество	Оборачиваемость бизнеса	Обучение персонала	Совершенствование системы управления	Вес. коэф-т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рекламная политика	1	5	7	7	7	8	8	0,505
Замена оборудования	1/5	1	2	3	2	2	2	0,135
Расширение товарного ассортимента	1/7	1/2	1	2	4	3	2	0,125
Отношение цена/качество	1/7	1/3	1/2	1	2	1	1	0,065
Оборачиваемость бизнеса	1/7	1/2	1/4	1/2	1	2	1	0,060
Обучение персонала	1/8	1/2	1/3	1	1/2	1	1	0,052
Совершенствование системы управления	1/8	1/2	1/2	1	1	1	1	0,058
CR	5,3%							

Таблица 4

**Матрица FI приоритетов альтернатив по критерию финансы**

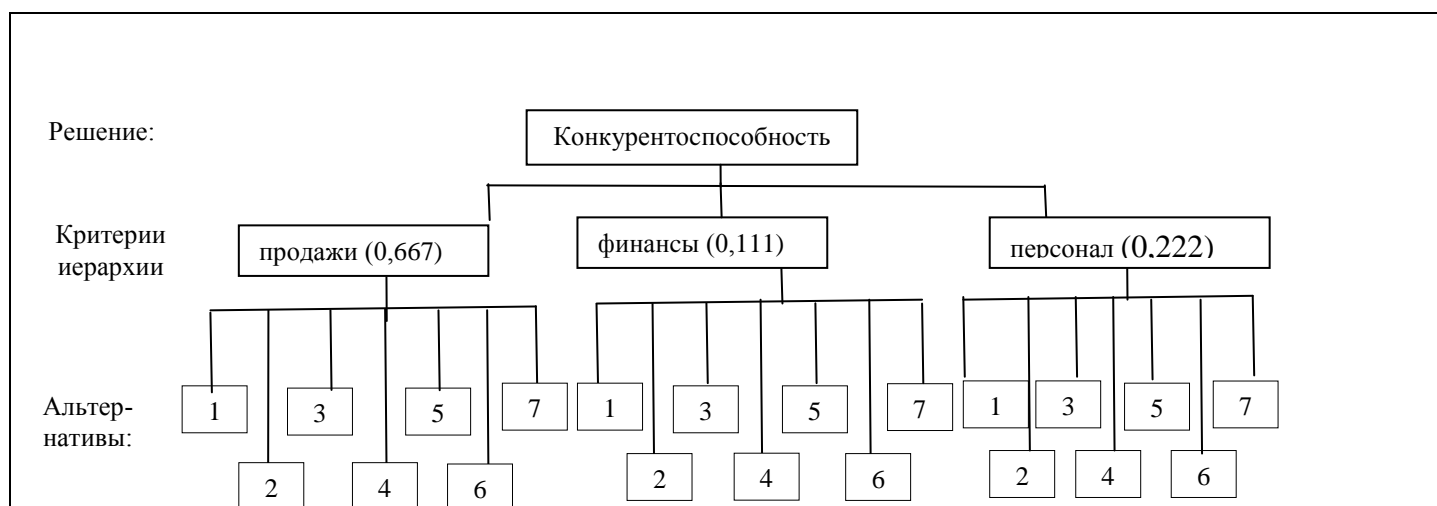
Альтернатива	Рекламная политика	Замена оборудования	Расширение товарного ассортимента	Отношение цена/качество	Оборачиваемость бизнеса	Обучение персонала	Совершенствование системы управления	Вес. коэф-т
Рекламная политика	1	1	2	1/3	1/3	2	2	0,124
Замена оборудования	1	1	3	1/3	1/3	1	2	0,118
Расширение товарного ассортимента	1/2	1/3	1	1/3	1/4	1	1	0,069
Отношение цена/качество	3	3	3	1	3	2	4	0,304
Оборачиваемость бизнеса	3	3	4	1/3	1	2	1	0,206
Обучение персонала	1/2	1	1	1/2	1/2	1	2	0,105
Совершенствование системы управления	1/2	1/2	1	1/4	1	1/2	1	0,077
CR	7,1%							

Таблица 5

**Матрица PE приоритетов альтернатив по критерию персонал**

Альтернатива	Рекламная политика	Замена оборудования	Расширение товарного ассортимента	Отношение цена/качество	Оборачиваемость бизнеса	Обучение персонала	Совершенствование системы управления	Вес. коэф-т
Рекламная политика	1	1	2	2	2	1/3	1/3	0,115
Замена оборудования	1	1	2	2	3	1/5	1/2	0,124
Расширение товарного ассортимента	1/2	1/2	1	1	1	1/4	1/3	0,067
Отношение цена/качество	1/2	1/2	1	1	1	1/3	1/3	0,071

Оборачиваемость бизнеса	1/2	1/3	1	1	1	1/5	1/4	0,060
Обучение персонала	3	5	4	3	5	1	1	<b>0,311</b>
Совершенствовани е системы управле- ния	3	2	3	3	4	1	1	0,251
CR	2,8%							



**Рис. 2. Дерево решений**

Все проделанные вычисления необходимы для выявления существенности факторов конкурентоспособности по отношению друг к другу, а также для получения их сравнительного рейтинга в интегральной оценке. Структура задачи принятия решений (дерево решений) приведена на рис.2

Задача имеет единственный иерархический уровень с тремя критериями (продажи, финансы и персонал) и семь альтернативных решений (рекламная политика, замена оборудования, расширение товарного ассортимента, отношение цена/качество, оборачиваемость бизнеса, обучение персонала, совершенствование системы управления). Оценка этих альтернатив основана на вычислении комбинированного весового коэффициента для каждого из них, или приоритетов (табл.6)

Таблица 6

**Комбинированные весовые коэффициенты альтернатив**

Номера альтернатив	Комбинированный весовой коэффициент
<b>1</b>	$0,667 \cdot 0,505 + 0,111 \cdot 0,124 + 0,222 \cdot 0,115 = 0,376$
<b>2</b>	$0,667 \cdot 0,135 + 0,111 \cdot 0,118 + 0,222 \cdot 0,124 = 0,131$
<b>3</b>	$0,667 \cdot 0,125 + 0,111 \cdot 0,069 + 0,222 \cdot 0,067 = 0,106$
<b>4</b>	$0,667 \cdot 0,065 + 0,111 \cdot 0,304 + 0,222 \cdot 0,071 = 0,093$
<b>5</b>	$0,667 \cdot 0,060 + 0,111 \cdot 0,206 + 0,222 \cdot 0,060 = 0,076$
<b>6</b>	$0,667 \cdot 0,052 + 0,111 \cdot 0,103 + 0,222 \cdot 0,311 = 0,115$
<b>7</b>	$0,667 \cdot 0,058 + 0,111 \cdot 0,077 + 0,222 \cdot 0,251 = 0,103$

Все проделанные вычисления необходимы для выявления существенности факторов конкурентоспособности по отношению друг к другу, а также для получения их сравнительного рейтинга в интегральной оценке. Составляем итоговую расчётную таблицу 7.

Таблица 7

**Сводная таблица**

альтернативы	критерии			приоритеты
	продажи	финансы	персонал	
Рекламная политика	0,505	0,124	0,115	0,376
Замена оборудования	0,135	0,118	0,124	0,131
Расширение товарно-го ассортимента	0,125	0,069	0,067	0,106
Отношение цена/качество	0,065	0,304	0,071	0,093
Оборачиваемость бизнеса	0,060	0,206	0,060	0,076
Обучение персонала	0,052	0,105	0,311	0,115
Совершенствование системы управления	0,058	0,077	0,251	0,103
веса критериев	0,667	0,111	0,222	

Таблица 8

**Результаты**

Альтернатива	Определение общих оценок альтернатив
Рекламная политика	0,376
Замена оборудования	0,131
Расширение товарного ассортимента	0,106
Отношение цена/качество	0,093
Оборачиваемость бизнеса	0,076
Обучение персонала	0,115
Совершенствование системы управления	0,103

**Расчет весовых коэффициентов критериев и альтернатив и коэффициентов согласованностей матриц**

$A := \begin{pmatrix} 1 & 6 & 3 \\ 1/6 & 1 & 1/2 \\ 1/3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$   $n := \text{cols}(A)$   $i := 0..n-1$   $v_i := \sum A^{(i)}$   $N^{(i)} := (v_i)^{-1} \cdot A^{(i)}$

**Весовые коэффициенты показателей конкурентоспособности**

$MN := N^T$   $i := 0..n-1$   $NA_i := \frac{1}{n} \sum MN^{(i)}$   $NA = \begin{pmatrix} 0.667 \\ 0.111 \\ 0.222 \end{pmatrix}$   $w1 := A \cdot NA$   $nm := \sum w1$

$CI := \frac{nm - n}{n - 1}$   $RI := \frac{1.98 \cdot (n - 2)}{n}$  **Коэффициент согласованности матрицы приоритетов**  
 $CR := \frac{CI}{RI}$   $CR = 0$

$PR := \begin{pmatrix} 1 & 5 & 7 & 7 & 7 & 8 & 8 \\ 1/5 & 1 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 \\ 1/7 & 1/2 & 1 & 2 & 4 & 3 & 2 \\ 1/7 & 1/3 & 1/2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1/7 & 1/2 & 1/4 & 1/2 & 1 & 2 & 1 \\ 1/8 & 1/2 & 1/3 & 1 & 1/2 & 1 & 1 \\ 1/8 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$   $A := PR$   $n := \text{cols}(A)$   $i := 0..n-1$   $v_i := \sum A^{(i)}$  **Весовые коэффициенты альтернатив по критерию продаж**  
 $N^{(i)} := (v_i)^{-1} \cdot A^{(i)}$   $MN := N^T$   $i := 0..n-1$   
 $WN_i := \frac{1}{n} \sum MN^{(i)}$   $NPR := WN$   $NPR = \begin{pmatrix} 0.505 \\ 0.135 \\ 0.125 \\ 0.065 \\ 0.06 \\ 0.052 \\ 0.058 \end{pmatrix}$   $w1 := PR \cdot NPR$   $nm := \sum w1$   $CI := \frac{nm - n}{n - 1}$   
 $RI := \frac{1.98 \cdot (n - 2)}{n}$  **Коэффициент согласованности альтернатив по критерию продаж**  
 $CR := \frac{CI}{RI}$   $CR = 0.053$

$FI := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 1/3 & 1/3 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 3 & 1/3 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1/4 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 1 & 3 & 2 & 4 \\ 3 & 3 & 4 & 1/3 & 1 & 2 & 1 \\ 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1/4 & 1 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$   $A := FI$   $n := \text{cols}(A)$   $i := 0..n-1$   $v_i := \sum A^{(i)}$  **Весовые коэффициенты альтернатив по критерию финансы**  
 $N^{(i)} := (v_i)^{-1} \cdot A^{(i)}$   $i := 0..n-1$   
 $MN := N^T$   $WN_i := \frac{1}{n} \sum MN^{(i)}$   $NFI := WN$   $NFI = \begin{pmatrix} 0.124 \\ 0.118 \\ 0.069 \\ 0.304 \\ 0.206 \\ 0.103 \\ 0.077 \end{pmatrix}$   $w1 := FI \cdot NFI$   $nm := \sum w1$  **Коэффициент согласованности альтернатив по критерию финансы**  
 $CI := \frac{nm - n}{n - 1}$   $CR := \frac{CI}{RI}$   $CR = 0.071$

$PE := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1/3 & 1/3 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 3 & 1/5 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1 & 1 & 1/4 & 1/3 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 1 & 1 & 1/5 & 1/4 \\ 3 & 5 & 4 & 3 & 5 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 3 & 3 & 4 & 1 & 1 \end{pmatrix}$   $A := PE$   $n := \text{cols}(A)$   $i := 0..n-1$   $v_i := \sum A^{(i)}$  **Весовые коэффициенты альтернатив по критерию персонал**  
 $N^{(i)} := (v_i)^{-1} \cdot A^{(i)}$   $i := 0..n-1$   
 $MN := N^T$   $WN_i := \frac{1}{n} \sum MN^{(i)}$   $NPE := WN$   $NPE = \begin{pmatrix} 0.115 \\ 0.124 \\ 0.067 \\ 0.071 \\ 0.06 \\ 0.311 \\ 0.251 \end{pmatrix}$   $w1 := PE \cdot NPE$   $nm := \sum w1$   
 $CI := \frac{nm - n}{n - 1}$  **Коэффициент согласованности альтернатив по критерию персонал**  
 $RI := \frac{1.98 \cdot (n - 2)}{n}$   $CR := \frac{CI}{RI}$   $CR = 0.028$

$i := 0..n-1$

**Приоритеты альтернатив по всем критериям**

$WR_i := NA_0 \cdot NPR_i + NA_1 \cdot NFI_i + NA_2 \cdot NPE_i$

$WR = \begin{pmatrix} 0.376 \\ 0.131 \\ 0.106 \\ 0.093 \\ 0.076 \\ 0.115 \\ 0.103 \end{pmatrix}$

**Рис. 3. MathCAD-программа решения задачи конкурентоспособности**



Для вычислений, а также для автоматизации используемого метода служит программа MathCAD (рис 3).

Анализ проведенных расчетов позволяет сделать вывод о том, что дальнейшими направлениями повышения конкурентоспособности разрабатываемого технологического оборудования с технической точки зрения является совершенствование его отдельных узлов (сатуратора) и расширения производимого на нем ассортимента напитков.

### Список литературы

1. *Алексеев Г.В., Гончаров М.В.* Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования. ГИОРД, СПб., 2014.-200 с.
2. *Алексеев Г.В., Арет В.А., Верболоз Е.И., Кондратов А.В.* Изучение режимов кавитационного разрушения пищевого сырья как элемента нанотехнологий // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. С. 29.
3. *Алексеев Г.В., Даниленко Е.А.* Возможности моделирования измельчения пищевых добавок для продуктов функционального питания // Вестник Международной академии холода. 2011. № 2. С. 16-18.
4. *Алексеев Г.В., Кондратов А.В.* О модели развития кавитационной полости при измельчении пищевого сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 2. С. 38.
5. *Алексеев Г.В., Верболоз Е.И.* Современные подходы к рациональному использованию ресурсов при первичной обработке пищевого сырья // Вестник Международной академии холода. 2003. № 4. С. 35-39.
6. *Алексеев Г.В., Арет В.А., Верболоз Е.И., Кондратов А.В.* Возможности управления процессом измельчения путем изменения структурно-механических свойств пищевой смеси // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2008. № 4. С. 54-58.
7. *Алексеев Г.В., Башева Е.П.* Устройство для измельчения фруктов и овощей (ФИПС, Патент 131996 от 26.02.2013)
8. *Алексеев Г.В., Башева Е.П.* Устройство для резки на части плодов и овощей (ФИПС, Патент 2013112542 от 12.06.2013)
9. *Алексеев Г.В., Башева Е.П.* Устройство для хранения фруктов и овощей (ФИПС, Патент 2013146261 от 12.03.2014)
10. *Алексеев Г.В., Башева Е.П.* Устройство для смешивания жидкости с газами (Университет ИТМО, Патент 146078 от 06.06.2014).
11. *Алексеев Г.В., Жарикова Н.Б.* Основы теории решения изобретательских задач // учеб. пособие Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования С.-Петерб. гос. ун-т низкотемператур. и пищевых технологий. СПб., 2004.

### References

1. *Alekseev G.V., Goncharov M.V.* Chislennyye metody pri modelirovaniy tekhnologicheskikh mashin i oborudovaniya. GIORД, SPb., 2014.-200 p.
2. *Alekseev G.V., Aret V.A., Verbолоz E.I., Kondratov A.V.* Izuchenie rezhimov kavitatsionnogo razrusheniya pishchevogo syr'ya kak elementa nanotekhnologii // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnykh i pishchevykh tekhnologii.* 2007. № 3. P. 29.

3. Alekseev G.V., Danilenko E.A. Vozmozhnosti modelirovaniya izmel'cheniya pishchevykh dobavok dlya produktov funktsional'nogo pitaniya // *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2011. № 2. P. 16-18.
4. Alekseev G.V., Kondratov A.V. O modeli razvitiya kavitatsionnoi polosti pri izmel'chenii pi-shchevogo syr'ya // *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. 2008. № 2. P. 38.
5. Alekseev G.V., Verboloz E.I. Sovremennye podkhody k ratsional'nomu ispol'zovaniyu resursov pri pervichnoi obrabotke pishchevogo syr'ya // *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2003. № 4. P. 35-39.
6. Alekseev G.V., Aret V.A., Verboloz E.I., Kondratov A.V. Vozmozhnosti upravleniya protsessom izmel'cheniya putem izmeneniya strukturno-mekhanicheskikh svoystv pishchevoi smesi // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnykh i pishchevykh tekhnologii*. 2008. № 4. P. 54-58.
7. Alekseev G.V., Basheva E.P. Ustroistvo dlya izmel'cheniya fruktov i ovoshchei (FIPS, Pa-tent 131996 ot 26.02.2013)
8. Alekseev G.V., Basheva E.P. Ustroistvo dlya rezki na chasti plodov i ovoshchei (FIPS, Pa-tent 2013112542 ot 12.06.2013)
9. Alekseev G.V., Basheva E.P. Ustroistvo dlya khraneniya fruktov i ovoshchei (FIPS, Pa-tent 2013146261 ot 12.03.2014)
10. Alekseev G.V., Basheva E.P. Ustroistvo dlya smeshivaniya zhidkosti s gazami (Universitet ITMO, Pa-tent 146078 ot 06.06.2014)