

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

---

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ISSN 2221-951X

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**XXI век: итоги прошлого  
и проблемы настоящего *плюс***

**Периодическое научное издание**

**Серия: Технические науки.**

**Технология продовольственных продуктов. Информатика,  
вычислительная техника и управление.**

**02(36)/03(37)/2017**

**Пенза  
ПензГТУ  
2017**

---

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ

«XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс»:  
Периодическое научное издание. – Пенза: Изд-во Пенз. гос.  
технол. ун-та, 2017. – №02(36)/03(37). – 74 с.

Решением Президиума ВАК при Минобрнауки России № 8/13 от 2  
марта 2012 г. журнал включен в Перечень рецензируемых научных  
журналов и изданий для опубликования основных научных  
результатов диссертаций.

Журнал зарегистрирован как периодическое печатное издание в  
Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций по  
Пензенской области *ПИ № ТУ 58 – 00243 от 27 апреля 2015 года*



Ministry of Education and Science of the Russian Federation  
Penza State Technological University

ISSN 2221-951X

**SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL JOURNAL**

**"XXI century: Resumes of the Past  
and Challenges of the Present plus"**

**Scientific Periodical**

**Series: Engineering Sciences.  
Information Science, Computing Devices and Controlling.  
Food Technology.**

**02(36)/03(37)/2017**

**Penza  
PenzSTU  
2017**

---

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL  
JOURNAL

«XXI century: resumes of the past and challenges of the present plus». Scientific periodical. – Penza: PenzSTU Publishing House, 2017. – № 02(36)/03(37). – 74 p.

The journal is included in the List of reviewed scientific journals and editions for publishing principal scientific theses results approved by the Resolution of the Presidium of the Supreme Certification Commission of the Ministry of Education and Science of Russia (№ 8/13, March 2nd, 2012).

The journal is registered as periodic printed publication at the Department of the Federal Control Service for Communication, Information Technologies and Mass Communication in the Penza region  
***ИИ № ТУ 58 – 00243 April, 27th, 2015***



## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

<b>МОДУЛЬНАЯ БАРАБАННАЯ СУШИЛКА С ИК НАГРЕВОМ ПРОДУКТА .....</b>	<b>8</b>
© <i>В.А. Авроров, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>А.П. Смольянова, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>СПОСОБ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОМПОНОВКА ВЕРТИКАЛЬНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С НАПРАВЛЕННЫМ ПОДВОДОМ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....</b>	<b>14</b>
© <i>Г.Д. Лузгин, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>В.А. Авроров, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>СПОСОБ НАГРЕВАНИЯ РАСТВОРОВ, ЭМУЛЬСИЙ И СУСПЕНЗИЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЕМКОСТИ .....</b>	<b>17</b>
© <i>В.А. Авроров, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>В.С. Николаев, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>О КОМПАКТИРОВАНИИ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА .....</b>	<b>20</b>
© <i>М.А. Редченко, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР, КРУПЯНЫХ ПРОДУКТОВ, ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ</b>	
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУР РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ .....</b>	<b>24</b>
© <i>А.В. Новикова, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>Л.М. Русскина, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	

<b>ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНОГО ПЕСОЧНОГО ТЕСТА ПРИ ЕГО РАСКАТЫВАНИИ .....</b>	<b>28</b>
© <i>Г.В. Авроров, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>Е.А. Сарафанкина, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>О.Н. Пчелинцева, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ РУЛЕТОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА .....</b>	<b>33</b>
© <i>З.А. Бочкарева, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>НОВЫЕ ВИДЫ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....</b>	<b>37</b>
© <i>Г.В. Авроров, МИП ООО НТЦ ИнфотехАГРО (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>Г.В. Шабурова, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>А.А. Курочкин, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>В.В. Ловцева, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>П.К. Воронина, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КЕКСОВ СО ВТОРИЧНЫМИ ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ОВСА .....</b>	<b>43</b>
© <i>З.А. Бочкарева, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КЕФИРА В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ. ....</b>	<b>48</b>
© <i>А.В. Новикова, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>О.А. Мурашкина, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРАХ</b>	
<b>ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ДЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОРАЧИВАЕМОСТИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБАСТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ .....</b>	<b>52</b>
© <i>Ж.Н. Зенкова, Томский государственный университет (г. Томск, Россия)</i>	
© <i>Н.В. Гуров, Томский государственный университет (г. Томск, Россия)</i>	

<b>ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ И СМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ КОМПОНЕНТОВ .....</b>	<b>58</b>
© <i>Д.Г. Старшов, Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., (г. Энгельс, Россия)</i>	
© <i>В.М. Седелкин, Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., (г. Энгельс, Россия)</i>	
© <i>Г.И. Старшов, Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., (г. Энгельс, Россия)</i>	
© <i>А.И. Никитин, Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., (г. Энгельс, Россия)</i>	
<b>УПРАВЛЕНИЕ КАФЕДРОЙ ВУЗА: ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «РАСЧЕТ:РАСПРЕДЕЛЕНИЕ» .....</b>	<b>64</b>
© <i>А.Г. Смольянов, МГУ им. Н.П. Огарёва (г. Саранск, Россия)</i>	
<b>КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ НЕЧЁТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА .....</b>	<b>67</b>
© <i>О.В. Прокофьев, Пензенский филиал Финансового университета при Правительстве РФ (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>И.Ю. Сёмочкина, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	
© <i>О.С. Жарова, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)</i>	

---

---

## ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

---

УДК 66-6, 66-97

### МОДУЛЬНАЯ БАРАБАННАЯ СУШИЛКА С ИК НАГРЕВОМ ПРОДУКТА

© *В.А. Авроров, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)*

© *А.П. Смольянова, Пензенский государственный технологический  
университет (г. Пенза, Россия)*

### MODULAR TUMBLING DRYER WITH IR RADIATION HEATING OF THE PRODUCT

© *V.A. Avrorov, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© *A.P. Smolyanova, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье приведено описание способа сушки дисперсных материалов, устройства и компоновки барабанной сушилки в модульном исполнении.

**Ключевые слова:** ИК излучение, модульная барабанная сушилка, способ сушки, устройство сушилки.

In the article of the question description of the method drying dispersed materials, facility and composition of the tumbling dryer into modular performance

**Key words:** aimed IR radiation, modular tumbling dryer.

Задачи совершенствования барабанных сушильных установок заключаются не только в расширении их функциональных возможностей, что может быть достигнуто заменой известных теплоносителей на более эффективные, экологически безопасные и позволяющие варьировать температуру в зоне сушки в широких пределах в зависимости от вида сырья, но и в существенном снижении энергоемкости процесса высушивания и уменьшения удельной материалоемкости установки [1,2].

В разработанном способе сушки и реализующей его барабанной сушильной установке эти задачи решаются тем, что барабан нагревается снаружи направленным инфракрасным излучением, а сыпучий материал нагревается от внутренней поверхности барабана кондуктивно и за счет конвекции от нагретого воздуха, а также от проникающего излучения от нагревателей, расположенных под барабаном [3]. При этом барабан снабжен устройством изменения угла наклона к горизонту и высоты относительно основания

Для усиления теплового воздействия на высушиваемый материал цилиндр барабана изготавливают из легированной стали 12X18H10T, с покрытием наружной поверхности термостойкой кремнийорганической краской черного цвета.

В процессе сушки влага испаряется из материала и в результате наклона цилиндра материал постепенно смещается к выходу, увеличивая по мере высушивания скорость перемещения.

Применение направленного излучения по сравнению с известным аналогом позволяет интенсифицировать процесс сушки. Энергия теплообмена при направленном излучении выражается известной формулой

$$\Phi = c_{\text{пр}} F_{\text{пр}} \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right], \quad (1)$$

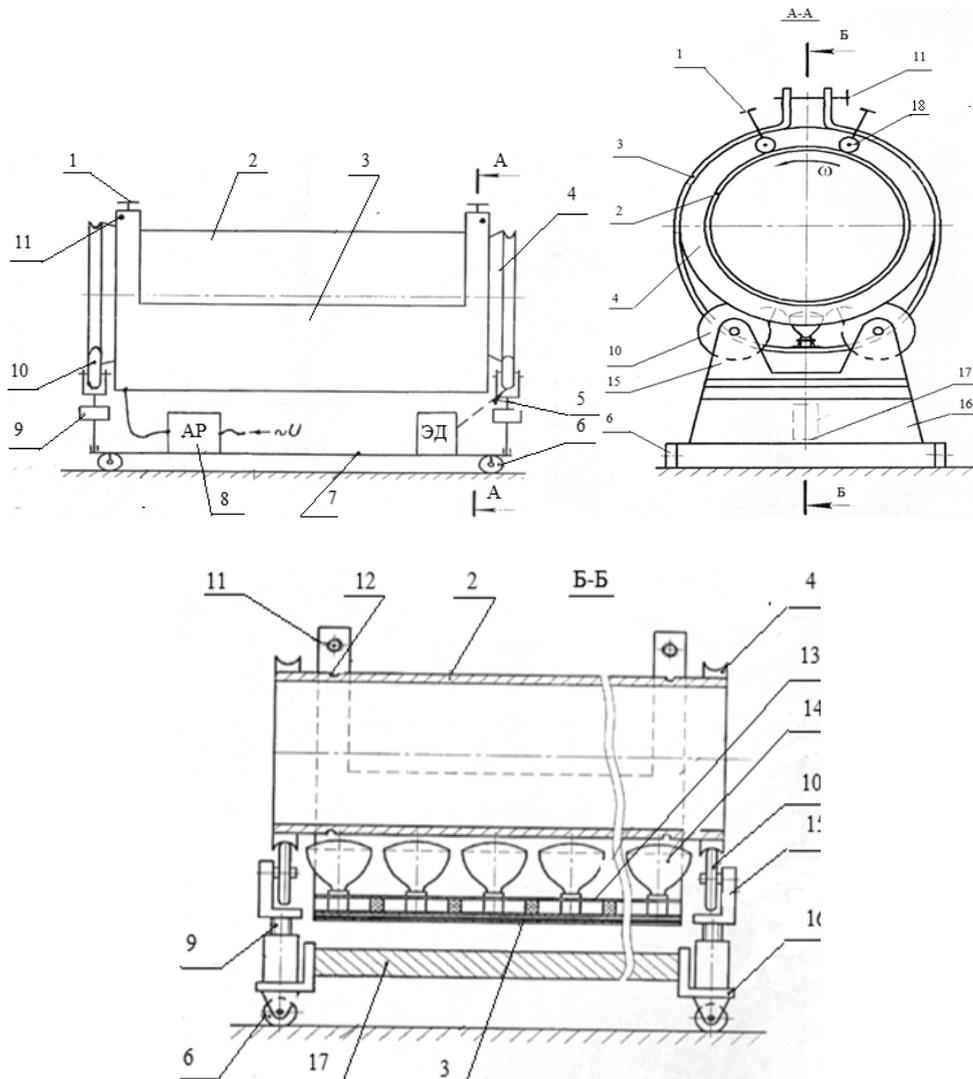
где  $c_{\text{пр}}$  – приведенный коэффициент излучения,  $F_{\text{пр}}$  – приведенная площадь поверхностей излучателей и сушильного цилиндра,  $T_1$  – абсолютная температура спирали лампы 2500К,  $T_2$  – абсолютная температура наружной поверхности цилиндра, 294К.

Несложные расчеты показывают, что при температуре сгорания топлива 1900<sup>0</sup>С и температуре цилиндра 21<sup>0</sup> температурный напор в аналоге составит 1879, при использовании направленного излучения при подсчете по вышеприведенной формуле температурный напор будет равен 390625, т.е. в 208 раз больше.

Так как авторегулятор поддерживает заданную температуру сушки посредством регулирования напряжения, то на поддержание заданных температур будет расходоваться энергии в 2-3 раза меньше, чем номинальная мощность установленных излучателей. Например, для цилиндра длиной 3000мм диаметром 1500мм и толщиной стенки 3 мм с покрытием термостойкой краской с тремя рядами излучателей и четырьмя рядами отражателей с использованием ламп ИКЗ-250 номинальная мощность составляет 11,25 кВт. При нагреве цилиндра до 200<sup>0</sup>С и на поддержание этой температуры часовой расход энергии составляет 3,8 кВт, т.е. почти в три раза меньше, чем номинальный расход электроэнергии.

Разработка конструктивно-технологической схемы модульной барабанной сушилки осуществлялась на основе запатентованного способа сушки сыпучих материалов в движущемся внутри вращающегося наклоненного цилиндра потоке [3].

Высушиваемый материал нагревается внутри цилиндра (барабана) совместно с ним снаружи направленным инфракрасным излучением по всей его длине. Теплота передается материалу не только от нагретых излучением стенок барабана и конвекцией от нагретого внутри воздух, но и путем излучения, проникающего сквозь стенку барабана. Для движения материала внутри цилиндра последний устанавливается под углом к горизонту. Пропускная способность установки, в зависимости от объемов высушиваемого материала, зависит от угла наклона, скорости вращения барабана и количества барабанов (модулей), устанавливаемых один за другим в одну линию с одинаковым или разными углами наклона к горизонту.



*Рисунок 1 – Конструктивная схема модульной барабанной сушилки с направленным подводом ИК излучения*

1 – винт регулировочный, 2 – барабан сушильный, 3 – корпус инфракрасного нагревателя, 4 – кольцо, 5 – диск фрикционный, 6 – колесо, 7 – основание барабана, 8 – авторегулятор «напряжение – температура», 9 – подъемное устройство, 10 – диск опорный, 11 – стяжка винтовая, 12 – кольцевая канавка, 13 – перегородка, 14 – лампы излучатели ИКЗ, 15 – опора горизонтальная, 16 – балка, 17 – брус, 18 – подшипник  
ЭД – электропривод, АР – авторегулятор «напряжение-температура»

Конструкция барабанной сушилки, разработанная на основе предложенного способа, включает следующие элементы:

– тонкостенный барабан 2 длиной 2 или 3 м с отношением толщины стенки к диаметру 1:500, выполнен из легированной стали 12Х18Н10Т. По краям барабана приварены кольца 4 с канавками. Наружная поверхность барабана покрыта термостойкой кремнийорганической краской черного цвета. Между кольцами 4 на барабане также выполнены кольцевые канавки 12;

– корпус инфракрасного нагревателя 3, подвешенный на подшипниках 24, которые обкатываются по кольцевым канавкам 12 барабана. Корпус охватывает сушильный барабан снизу и его положение регулируется винтами 1 и 11. В нижней части корпуса в зазоре между ним и сушильным барабаном установлены вдоль образующей барабана три ряда ламповых излучателей 14 (зеркальные лампы типа ИКЗ 175, 250 или ИКЗ-500). Излучатели закреплены неподвижно на электропроводных шинах, разделенных диэлектрическими перегородками. Нижние шины закреплены на электропроводящем слое, который установлен на диэлектрическом слое отделяющим нагреватели от корпуса 3. Шины могут выставляться вдоль образующей барабана по направляющим. Между рядами излучателей установлены на стойках отражатели из полированного алюминия;

– основание сушильного барабана 7 выполнено из стального бруса 17 с приваренными поперечными горизонтальными балками 16 и представляет собой жесткую раму. В углах рамы на кронштейнах установлены колеса 6. К балкам 16 в середине рамы прикреплено подъемное устройство 9, позволяющее проводить точную выставку элементов сушилки и обеспечивать контакт барабана с опорными дисками 10 и подшипниками 24;

– управляемый электродвигатель привода барабана, устанавливается на кронштейне одной из опор 15. На валу двигателя посажен фрикционный диск 5, взаимодействующий с опорным диском 10;

– авторегулятор «напряжение-температура» с датчиком требуемой температуры сушки.

*Принцип работы.* При сушке материалов с небольшой влажностью поток материала формируют в одном барабане длиной 2 м. Барабан устанавливают с помощью подъемных устройств под углом  $10^{\circ}$  к горизонту. Управляемым электроприводом задают нужную скорость вращения барабана и включают питание авторегулятора «напряжение-температура», устанавливая датчиком необходимую температуру нагрева барабана. Например, для диапазона температур  $25-150^{\circ}\text{C}$ , используют лампы ИКЗ-175, в диапазоне температур  $25-250^{\circ}\text{C}$  – лампы ИКЗ-250 и в диапазоне температур  $25-350^{\circ}\text{C}$  - лампы ИКЗ-500. В процессе нагрева барабан вращается в наклонном положении и при достижении заданной температуры его нижнего торца подают в барабан высушиваемый материал.

Для сушки материалов повышенной влажности комплектуют линию из сушильных модулей (двух или трех в зависимости от исходной влажности материала) (рис. 27). В каждом модуле можно задать разные температуры сушки и углы наклона барабанов, а также скорости их вращения, что существенно повышает функциональные возможности сушильной линии для высушивания различных видов пищевых и других материалов.

После выхода на режим авторегулятор снижает напряжение питания ламп, поддерживая заданную температуру сушки, что существенно уменьшает энергопотребление. Например, для сушильного модуля с длиной барабана 3 м и толщиной стенки 3 мм с тремя рядами излучателей ИКЗ-250 (45 ламп) номинальная мощность составляет 11,25 кВт. При нагреве барабана до  $250^{\circ}\text{C}$  и для дальнейшего поддержания этой температуры авторегулятором расход энергии составит всего 3,8 кВтч, что почти в 3 раза меньше номинального расхода энергии.

Основные параметры процесса сушки и самой сушилки [1,2] можно оценить по известным формулам. Как и в аналоге, теплоносителем будет являться теплый воздух, нагреваемый зеркальными лампами и проходящий через сетку обечайки внутрь барабана. Соприкасаясь с высушиваемым материалом внутри барабана, он будет отдавать ему тепло и вентилятором вместе

с испаряющейся влагой удаляться через патрубок в атмосферу. Дополнительный кондуктивный нагрев материала будет происходить от стенок и обечайки барабана, также нагреваемых горячим воздухом. Принцип теплопередачи здесь такой же, как и в известной промышленной барабанной сушилке. Отличие будет состоять в том, что часть ИК излучения будет проходить через сетку барабана и поглощаться материалом, вызывая внутри его дополнительный источник теплоты, что будет способствовать интенсификации процесса сушки.

Параметры процесса сушки (температура воздуха на входе  $t_1$  и выходе  $t_2$  из сушилки, температура  $\vartheta$  и влажность  $\omega$  материала) выбираются исходя из физических свойств материала. Зная температуру воздуха на входе в сушилку  $t_1$  °С и на выходе  $t_2$  °С и, задавшись относительной влажностью воздуха на входе из сушилки  $\varphi_2$ , можно определить основные расчетные величины.

Количество удаляемой в процессе сушки влаги определяется из уравнения материального баланса

$$W = G_1 - G_2 = G_1 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_2} = G_2 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_1}, \text{ кг/ч}, \quad (1)$$

где  $G_1$  и  $G_2$  – количество влажного материала, поступающего в сушилку и, соответственно, количество высушенного материала, кг;  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – начальная и конечная влажность материала, %.

Исходя из уравнений материального баланса, можно определить удельный расход воздуха на 1 кг испаренной в сушилке влаги.

Уравнение теплового баланса можно записать в виде

$$q_{\text{ДОП}} = l(I_2 - I_0) + q_{\text{МАТ}} + q_{\text{ТР}} + q_5 - \vartheta_1, \text{ ккал/кг влаги}, \quad (2)$$

где  $q_{\text{ДОП}}$  – тепло, сообщаемое источниками, установленными в сушилке, ккал/кг влаги;  $q_{\text{МАТ}}$  и  $q_{\text{ТР}}$  – расход тепла на нагрев материала и элементов барабана, ккал/кг влаги;  $q_5$  – потери тепла в окружающую среду, ккал/кг влаги;  $\vartheta_1$  – тепло, внесенное с влагой материала.

При расчете параметров барабанной сушилки следует задаться напряжением барабана по влаге, т.е. количеством влаги, снимаемой с 1 м<sup>3</sup> объема барабана в час  $A$ , кг/м<sup>3</sup>·ч, и диаметром барабана  $D_{\text{БАР}}$ . По значению напряжения барабана  $A$  определяется объем барабана  $V_{\text{БАР}} = \frac{W}{A}$ , м<sup>3</sup>, и его длина

$$L = \frac{V_{\text{БАР}}}{0,785D^2}, \text{ м.}$$

Число оборотов барабанной сушилки определяется в зависимости от длины, диаметра и времени пребывания материала в сушилке  $n = \frac{L}{\tau D}$ , где

$L$  – длина барабана, м;  $\tau$  – время сушки, мин;  $D$  – диаметр барабана, м.

Сушка материала протекает неравномерно во времени. В первый период сушки, когда удаляется поверхностная влага из материала, скорость сушки постоянна. После достижения критической влажности материала  $\omega_{\text{КР}}$  начинается второй период сушки – период падающей скорости, который продолжается до достижения равновесной влажности материала  $\omega_{\text{Р}}$ . В этот период удаляется связанная или гигроскопическая влага.

Интенсивность сушки может быть определена по формуле

$$M = \frac{W}{\tau F} = \beta'(H - h) \frac{760}{B}, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}, \quad (3)$$

где  $\beta'$  – коэффициент интенсивности испарения, который определяется по опытным данным.

$$\beta' = 0,029 + 0,0174\omega_B, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{мм. рт. ст.},$$

где  $\omega_B$  – скорость движения воздуха в сушилке в м/сек;  $B$  – барометрическое давление в мм рт. ст.;  $H$  – давление насыщенного водяного пара у поверхности материала в мм рт. ст.,  $h$  – парциальное давление водяного пара в воздухе в мм рт. ст.

Для сушилок барабанного типа время сушки определяется по уравнению

$$\tau = 120 \frac{\beta \gamma_H (\omega_1 - \omega_2)}{A [200 - (\omega_1 + \omega_2)]}, \text{ мин}, \quad (4)$$

где  $\beta$  – коэффициент заполнения барабана;  $\gamma_H$  – насыпной вес материала, кг/м<sup>3</sup>, определяемый по справочным таблицам;  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – влажность материала на входе и выходе из сушилки, %;  $A$  – напряжение барабана по влаге в кг/м<sup>3</sup>·ч.

Продолжительность сушки можно рассчитать также по следующей формуле:

$$\tau = \frac{V_{\text{БАР}} \beta}{V_{\text{ПОД}}}, \text{ мин}$$

где  $V_{\text{БАР}}$  – внутренний объем барабана, м<sup>3</sup>;  $V_{\text{ПОД}}$  – минутная объемная подача материала, м<sup>3</sup>/мин,  $V_{\text{ПОД}} = \frac{G_1}{60 \gamma_H}$ .

### **Список литературы**

1. Авроров Г.В. Сокращение энергетических затрат сушки капиллярно-пористых материалов растительного происхождения за счет направленного подвода инфракрасного излучения. Дисс. на соискание учен. степ. канд. техн. наук. – Пенза: ПГСХА, 2014, –181с.
2. Лузгин Г.Д. Экспериментальная оценка эффективности нагрева тонкостенных сушильных цилиндров изнутри излучением инфракрасного спектра / Информационные технологии и системы в науке, образовании и промышленности: материалы научн. практ. конф. – Пенза: ПГТА, 2005 – 255с.
3. Авроров Г.В., Мкртчян С.Р., Лаврин А.К., Авроров В.А., Лузгин Г.Д., Вострокнутов Е.В. Способ сушки сыпучих материалов в движущемся внутри вращающегося наклоненного цилиндра потоке. Патент РФ № 2465526.

УДК 664.6/7

**СПОСОБ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
И КОМПОНОВКА ВЕРТИКАЛЬНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ  
С НАПРАВЛЕННЫМ ПОДВОДОМ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

© **В.А. Авроров**, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)

© **О.А. Мурашкина**, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)

**THE METHOD DRYING OF DISPERSED MATERIALS  
AND COMPOSITION VERTICAL SICCATIVE INSTALATION  
WITH DIRECTED ADMISSION RADIATION**

© **V.A. Avrоров**, Penza State Technological University (Penza, Russia)

© **O.A. Murashkina**, Penza State Technological University (Penza, Russia)

В статье приведено описание способа сушки дисперсных материалов в вертикальной сушильной установке с направленным подводом инфракрасного излучения и дано описание устройства и принципа действия

**Ключевые слова:** ИК излучение, дисперсные материалы, способ сушки, вертикальная сушилка

In the article of the question the method drying of dispersed materials in vertical siccative installation with directed admission radiation and describe of the facility and principle of operation/

**Key words:** IR radiation, dispersion materials, method drying, vertical siccative installation

Разработанный способ сушки реализуется внутри двух вертикально установленных цилиндрических емкостей, одна из которых имеет возможность направленным инфракрасным излучением снаружи предназначен для высушивания дисперсных материалов различного происхождения

Высушивание сыпучих материалов предложенным способом [1] осуществляется с помощью двух вертикально и концентрично установленных цилиндрических емкостей, одна из которых неподвижна, а вторая имеет возможность вращения. Для нагрева материала используется направленное инфракрасное излучение, создаваемое рядом зеркальных ламп типа ИКЗ [2].

На основе данного способа разработаны два варианта конструктивного исполнения сушильной установки. В первом исполнении, конструктивно-технологическая схема которого приведена на рис. 1а., нагрев продукта осуществляется инфракрасными излучателями только со стороны основания вращающейся емкости, для чего оно выполнено сетчатым или из перфорированного листа. Схема второго исполнения (рис.1в) обеспечивает еще и боковой нагрев емкости вертикально установленной стойкой с излучателями, что позволяет интенсифицировать процесс сушки при высушивании материалов с различным влажосодержанием. Для этого боковая поверхность емкости также выполнена сетчатой, как и ее основание.

На рис.1 приведены схемы исполнений сушильной установки с видами и разрезами, поясняющие ее устройство.

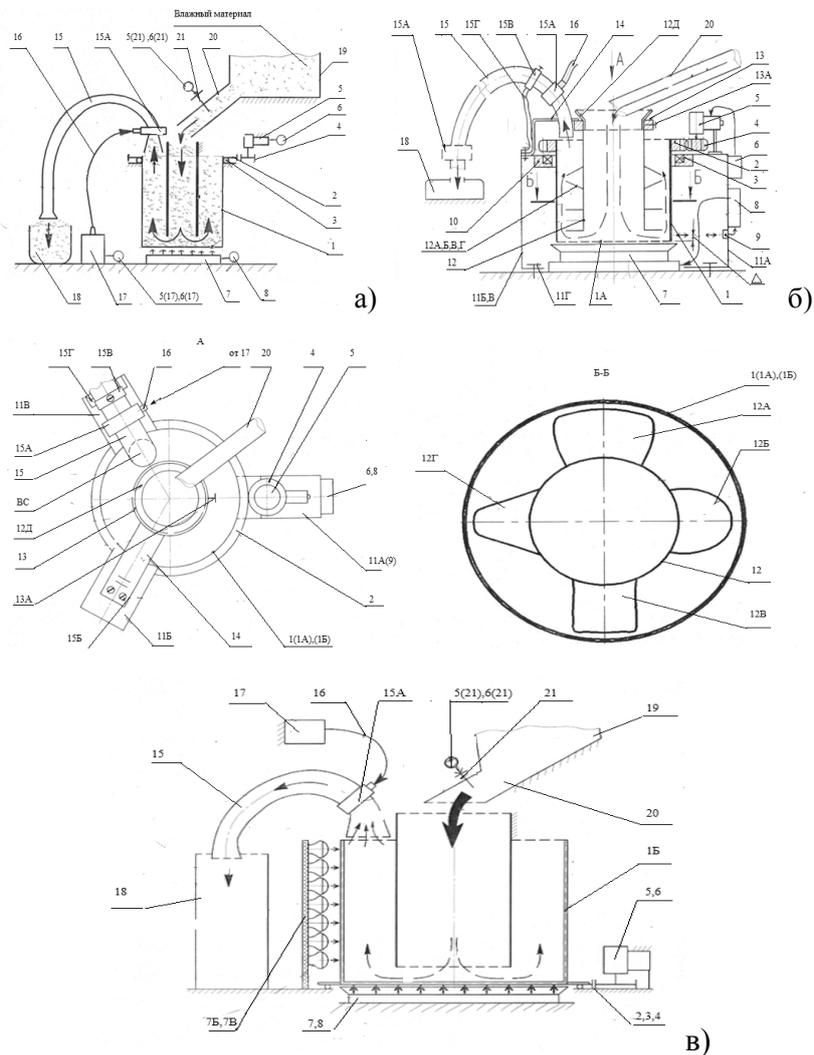


Рисунок 1 – Схема сушильной установки

а) – вариант исполнения сушильной установки с сетчатым или перфорированным основанием емкости, в) – вариант исполнения установки с полностью сетчатой или перфорированной поверхностью емкости

1 – цилиндрическая емкость, 1Б – вариант исполнения емкости с сетчатой боковой поверхностью, 2,4 – зубчатый привод емкости, 3 – подшипниковый узел, 5 – мотор-редуктор, 6 – управляющий блок (частотный преобразователь) привода вращения емкости, 5,6), 5(17), 6(17) – привод компрессора с управляющим блоком, 5(21),6(21) – привод заслонки с управляющим блоком, 7 – инфракрасные ламповые нагреватели, 7Б и 7В – инфракрасные нагреватели боковой поверхности емкости, 8 – АРНТ – однофазный авторегулятор «напряжение-температура», 8.1 – трехфазный АРНТ, 9 – датчик температуры бесконтактный, 10 – кольцо, 11А, Б, В, – стойки вертикальные, 12 – неподвижный цилиндр, 12А,Б,В,Г – лопасти, 12Д – воронка загрузочная, 13 – кольцо, 14 – кронштейн, 15 – продуктопровод, 15А – эжектор пневматический, 16 – шланг, 17 – компрессор 402ВП-4/220, 18 – бункер высушенного материала, 19 – неподвижный цилиндр, 20 – направляющая, 21 – заслонка

*Принцип работы.* При конструктивном исполнении сушильной установки с подводом ИК излучения снизу основания емкости 1 в начале работы

включают привод 5, предварительно установив блоком управления 6 необходимую частоту ее вращения, и подают напряжение на автоматический регулятор АРНТ 8, а от него на инфракрасные нагреватели 7, которые нагревают основание 1А емкости 1. Необходимая температура сушки задается блоком задания АРНТ и контролируется датчиком 9 с наружной стороны емкости. Датчик устанавливается на расстоянии от емкости  $\Delta = 5 \dots 10$  мм.

Значение температуры в виде электрического сигнала от датчика поступает на управляющий вход АРНТ, который сравнивает поступающий сигнал с заданным значением температуры, корректируя соответствующим образом напряжение питания, подаваемое на инфракрасные нагреватели.

При достижении заданной температуры управляющим блоком 6(21) с помощью привода 5(21) открывается на необходимую величину заслонка 21 продуктопровода 20. Высушиваемый материал из бункера 19 поступает в зону сушки.

В этот же момент через блок управления 6(17) включается электропривод 5(17) компрессора 17. От компрессора давление воздушного потока передается в эжектор 15А, сопла которого создают поток воздуха внутри пневмопровода 15, направленные вдоль его оси. Перед входом продуктопровода образуется всасывающий факел, увлекающий за собой высушенный материал и направляющий его в бункер 18.

Таким образом, высушиваемый влажный материал из бункера 19 по продуктопроводу 20 и неподвижному цилиндру 12 непрерывно поступает на нагреваемое от источников ИК излучения основание 1Б вращаемой емкости. В это же время компрессор 17 через соединение 16, эжектор 1А и продуктопровод 15 непрерывно удаляет воздух из емкости 1 сверху, создавая незначительное разрежение внутри этой емкости, что способствует притоку в емкость через отверстия перфорированного основания горячего воздуха.

Высушиваемый материал, поступивший в емкость 1, за счет сил давления столба материала внутри неподвижного цилиндра 12 и центробежных сил вращаемой емкости 1, перемещается от середины основания емкости к ее краям. Так как нижний коней конец цилиндра 12 имеет зазор относительно основания 1А, давление от столба материала способствует перемещению материала вверх, к краю емкости 1. Внутренняя полость емкости 1 и внутренняя полость цилиндра 12 представляют собой сообщающиеся сосуды.

Слой влажного материала, соприкасающийся с основанием 1А, нагревается от него кондуктивно и за счет ИК излучения, проникающего через перфорацию или сетку основания.

При подъеме материала к верху емкости 1 он взаимодействует с неподвижными лопастями 12А,Б,В,Г неподвижного цилиндра 12, способствующих его перемешиванию и более интенсивному высушиванию.

При приближении к верхнему срезу емкости 1 высушенный материал попадает в область всасывающего факела продуктопровода 15 и под действием эжектора 15А непрерывно подается в бункер 18.

При исполнении сушильной установки с дополнительно перфорированной боковой поверхностью емкости 1 и ее боковым нагревом от ИК излучателей процесс высушивания осуществляется аналогично, как и в сушилке с перфорированным основанием. Сначала приводится во вращение емкость 1, далее включается питание трехфазного АРНТ 8.1, с управляемого выхода которого напряжение подается на инфракрасные нагреватели 7, 7Б и 7В. Данное исполнение сушилки обеспечивает примерно в три раза большую интенсивность высушивания поступающего материала.

Режимы сушки задаются и поддерживаются в автоматическом режиме с помощью микропроцессорного управления.

Разработанный способ сушки дисперсных материалов и предложенная конструктивно-технологическая схема сушилки способны существенно снизить энергозатраты на сушку за счет следующих факторов: выполнения основания емкости и ее цилиндрической поверхности из сетки или перфорированного листа; использования для нагрева направленного инфракрасного излучения со спектром в диапазоне длин волн 0,6...1,9 мкм, в котором обеспечивается максимальная энергия излучения, а также установки в непосредственной близости нагревателей от высушиваемого материала. Это позволяет обеспечить нагрев материала в 4-5 раз быстрее, чем в известных аналогах, снизить расход энергии на поддержание заданной температуры сушки в 6-7 раз (при заданной температуре 95<sup>0</sup>С) и в целом сократить расход энергии в 9-11 раз.

#### **Список литературы**

1. Лузгин Г.Д., Авроров В.А., Ловцева В.В., Авроров Г.В. и др. Способ сушки дисперсных (сыпучих) материалов внутри вертикально установленной цилиндрической емкости, днище которой нагревают снаружи направленно-фокусированным излучением в ближней инфракрасной области. Патент РФ № 2549394, F26B3/20. Опубл. 27.04.2015. Бюл.№12.
2. Авроров В.А., Лузгин Г.Д., Авроров Г.В., Зайцев А.В. Выбор оптимального источника инфракрасного излучения в ближней инфракрасной области. Сб. статей VII междунар. научн. практ. конф. «Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы». – Пенза: Изд. ПДЗ. – 2013. – С. 9–12.

**УДК 664, 66.93**

### **СПОСОБ НАГРЕВАНИЯ РАСТВОРОВ, ЭМУЛЬСИЙ И СУСПЕНЗИЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЕМКОСТИ**

© **В.А. Авроров**, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)

© **В.С. Николаев**, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)

### **THE METHOD OF THE HEATING SPAN, EMULSION AND SUSPENSION INTO CYLINDRICAL VERTICAL CAPACITY**

© **V.A. Avrorov**, Penza State Technological University (Penza, Russia)

© **V.S. Nikolaev**, Penza State Technological University (Penza, Russia)

В статье приведено описание способа и установки для нагревания жидких сред в цилиндрической вертикальной емкости с помощью направленного инфракрасного излучения.

**Ключевые слова:** ИК излучение, нагрев, жидкие среды, цилиндрическая емкость

In the article describe of the method and installation for heating liquid surroundings into cylindrical vertical capacity with help directed IR radiation

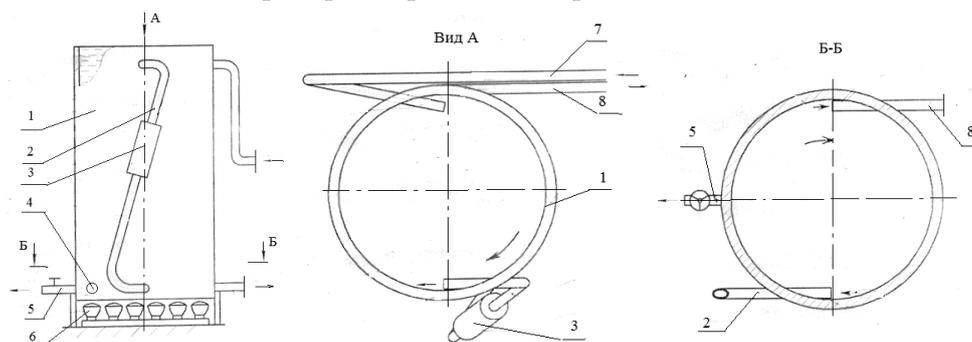
**Key words:** IR radiation, heading, liquid surroundings, cylindrical capacity

В разработанных нами способах нагрева различных жидких сред: растворов, эмульсий или суспензий днище емкостей нагреваются ламповыми инфракрасными излучателями [1, 2, 3, 4].

По способу [3] нагреваемая жидкость разделяется на две части, одна из которых остается в емкости, а вторая помещается в неподвижную трубу, параллельную емкости снаружи и гидравлически соединенную с ней концами в ее нижней и верхней частях, образуя сообщающиеся сосуды. Жидкость внутри трубы нагревается посредством электродного котла. Инфракрасные излучатели и электродный котел объединены общей автоматической системой нагрева с датчиком температуры жидкости. Внутренняя полость емкости сверху и снизу подключается к проточному ультразвуковому реактору. При этом циркуляция жидкости внутри емкости обеспечивается тем, что верхний конец трубы с электродным котлом присоединяется к емкости тангенциально к ее внутренней окружности, а нижний конец также тангенциально в противоположном направлении относительно верхнего конца. Всасывающий факел нижнего конца совпадает по направлению с приточной струей верхнего конца. Для этого нагнетающая труба от ультразвукового реактора присоединена к емкости сверху, диаметрально противоположно верхнему концу трубы с электродным котлом, тангенциально к внутренней окружности емкости. Заборная труба реактора присоединена к емкости снизу, напротив нижнего конца трубы с электродным котлом, тангенциально к внутренней окружности емкости.

Всасывающие факелы от нижнего конца трубы с котлом и заборной трубы реактора размещены диаметрально противоположно в плоскости окружности таким образом, что силы всасывания жидкости могли образовать вращающий момент в этой плоскости. Приточные струи в верхней части емкости от верхнего конца трубы с котлом и от нагнетающей трубы от реактора размещены аналогично, что позволяет сформировать такой же вращающий момент в жидкости в верхней части емкости.

На рис.1 приведена схема тепловой установки, иллюстрирующая предложенный способ нагрева растворов в цилиндрической емкости



*Рисунок 1 – Схема установки для нагрева жидкостей*

- 1 – цилиндрическая емкость, 2 – труба, 3 – электродный проточный котел «Галан», 4 – датчик температуры жидкости, 5 – сливной патрубком, 6 – инфракрасные нагреватели, 7 – нагнетающая труба от ультразвукового реактора, 8 – всасывающая труба от ультразвукового реактора

Схема ультразвукового растворения приведена на рис.2. Данная схема включает, кроме нагнетающей и всасывающей труб 7 и 8, электронасос (ЭН), засасывающий жидкость из емкости 1 снизу и нагнетающий ее по со-

единительной трубе в ультразвуковой реактор (УЗР), например, РАП-01. После ультразвуковой обработки жидкость по нагнетающей трубе 7 направляется в верхнюю часть емкости 1. Электрический сигнал в реактор УЗР подается по высокочастотному кабелю от ультразвукового генератора УГ который получает питание от сети

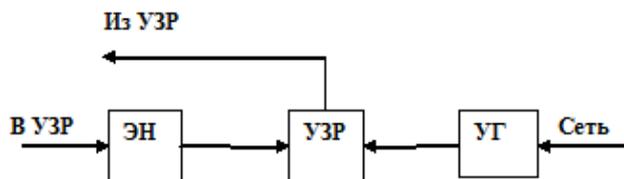


Рисунок 2 – Схема ультразвукового растворения

В схему электрического управления температурой раствора (рис.3) входит, кроме электродного проточного котла (ЭПК), инфракрасных излучателей ( $R_s$ ), датчика температуры (ДТ) и авторегулятора «напряжение-температура» (АРНТ), температурное реле (ТР). Фазный провод с управляемого выхода авторегулятора подключается к электродному котлу через температурное реле

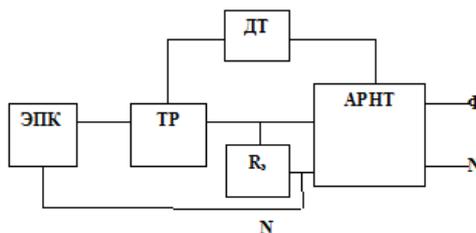


Рисунок 3 – Схема управления температурой нагрева жидкости

Способ получения растворов в емкости реализуется следующим образом. В емкость наливают жидкость и устанавливают задатчиком авторегулятора АРНТ и температурного реле ТР требуемую температуру. Одновременно включают систему ультразвукового растворения – ультразвуковой генератор УГ, реактор УЗР и насос ЭН. Подают напряжение на инфракрасные излучатели для нагрева днища емкости и на электродный проточный котел ЭПК.

Насос всасывает жидкость из нижней части емкости и по соединительной трубе направляет ее в реактор УЗР. После включения ультразвуковой системы уровень жидкости в емкости несколько снижается и в ней возникают вращающиеся потоки, в этот момент в емкость засыпают растворимое вещество, например, крахмал. Вращающиеся моменты в верхней и нижней частях емкости имеют одинаковое направление. В процесс вращения вовлекается вся масса жидкости и растворимого в ней вещества. Ультразвуковой реактор способствует практически мгновенному растворению частиц. До полного растворения вещества от момента его засыпки в емкость объемом  $2 \text{ м}^3$  проходит не более 5 мин по сравнению с 1,5 часами на известном аналоге.

#### **Список литературы**

1. Авроров Г.В., Почивалов Ю.С., Авроров В.А., Лузгин Г.Д. Способ нагрева снаружи поверхности круглого плоского днища неподвижной тонкостенной цилиндрической емкости, установленной вертикально. Патент РФ № 2411699, МПК H05B3/20. Оpubл. 10.02.2011.

2. Авроров Г.В., Почивалов Ю.С., Авроров В.А., Лузгин Г.Д., Моисеев В.Б., Панов М.П., Хамзин А.И. Способ нагрева жидкости в вертикально установленной неподвижной емкости с плоским днищем, высота которой больше размеров днища Патент РФ № 2442935, F24H1/18. Оpubл. 20.02.2012.
3. Авроров Г.В., Зайцев А.В., Савик С.М., Бодырев А.В., Абрамов С.В., Лузгин Г.Д. Способ получения растворов в цилиндрической вертикальной емкости, нагреваемой в основном со стороны днища, например, для работы шихтовальной машины ткацкого производства. Патент РФ № 2486950, B01F5/10. Оpubл. 10.07.2013г. Бюл. №19.
4. Авроров Г.В., Зайцев А.В., Савик С.М., Бодырев А.В., Авроров В.А., Лузгин Г.Д. Способ получения растворов в вертикальной емкости прямоугольного сечения, нагреваемой в основном со стороны днища, например, для работы шихтовальной машины ткацкого производства. Патент РФ № 2505752, F24H1/18. Оpubл. 27.01.2014г. Бюл. №3.

**УДК 66.083.2**

### **О КОМПАКТИРОВАНИИ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА**

© **М.А. Редченко**, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)

### **COMPACTING OF PRESSCAKE**

© **М.А. Redchenko**, Penza State Technological University (Penza, Russia)

Статья посвящена проблеме вторичной переработки свекловичного жома после извлечения сахара из свекловичной стружки.

**Ключевые слова:** свекловичный жом, прессование жома, брикет жома, жидкая фракция, биокомпактор.

In article discusses using secondary raw materials which is formed at sugar production.

**Key words:** sugar industry, pulp, dried pulp, compacting

В различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности АПК при переработке растительного сырья возникает значительное количество различных видов отходов, которые часто направляются на утилизацию, загрязняя окружающую среду, несмотря на то, что в этих отходах содержится много полезных веществ, которые могли бы быть использованы. Поэтому проблема вторичной обработки таких отходов с попутным выделением полезных ингредиентов и прессованием (компактированием) твердого остатка является актуальной проблемой для многих отраслей АПК.

Характерным примером может служить свеклосахарное производство. Известно, что выход сахара из свеклы в среднем составляет около 12-13% , остальное приходится на свекловичный жом (80-83%), шлам (10-12%) и меласу (5-5,5%).

Жом представляет собой высоложенную свекловичную стружку, содержащую 8 % белков, 4% золы, 22% клетчатки, 66% безазотистых экстрактивных веществ [3].

Состав жома представлен на рис. 1.

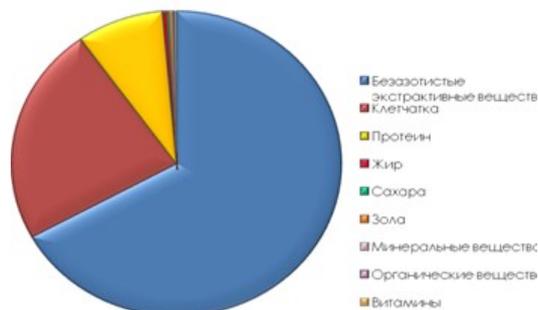


Рисунок 1 – Состав жома

Менее половины получаемого при производстве сахара жома идет на дальнейшую переработку или корм скоту в свежем виде. Поскольку содержание сухих веществ в свекловичном жоме составляет малую часть (5–10%), то хранение жома в свежем виде без потерь полезных веществ возможно только в течение нескольких суток, далее в нем происходит микробиологическое разложение с выделением в окружающую среду вредных веществ, что отрицательно сказывается на экологии.

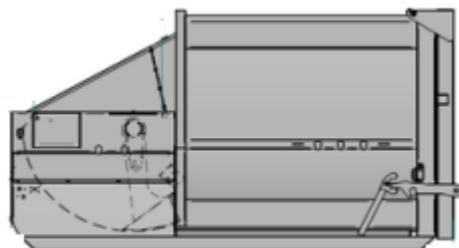
Из публикаций известно, что за один сезон остается неиспользованным порядка 2,3 млн. тонн свекловичного жома, что свидетельствует о необходимости решения данной проблемы.

Основным сдерживающим фактором дальнейшего использования свекловичного жома и других пищевых отходов является высокое содержание в них влаги. Удаление влаги может быть осуществлено механической или тепловой обработкой жома. Однако непосредственное высушивание жома требует значительных энергозатрат, поэтому целесообразно предварительное прессование жома с удалением из него большей части жидкой фракции, а полученный остаток подвергать последующей сушке, брикетированию или получению сухой смеси.

Прессование влагосодержащих пищевых материалов может осуществляться двумя основными способами: непрерывным и дискретным [1].

Периодическое прессование отходов осуществляется преимущественно на биокомпакторах с маятниковыми пресс-плитами. Известные модели таких компакторов отличаются высокой производительностью и плотностью прессования. К недостаткам можно отнести значительную занимаемую площадь; необходимость применения гидросистемы для создания требуемых усилий прессования; периодическую загрузку приемного устройства и цикл прессования, а также тот факт, что данные установки предназначены только для утилизации отходов без отделения ценной жидкой фракции, образуемой, например, при прессовании мезги овощей и фруктов и свекловичного жома.

Примерами таких биокомпакторов может служить типоразмерный ряд установок фирмы «Presto»: PSR-8, PSR-10, PSR-16, PSR-20, отличающихся объемом контейнера (рис.2).



*Рисунок 2 – Биокомпактор модели PSR-8*

Прессование отходов осуществляется пресс-плитой, закрепленной в контейнере и установленной на подвижных опорах.

Технические параметры биокомпактора PSR-8:

- объем контейнера, м<sup>3</sup> 8
- объем загрузки макс., м<sup>3</sup> 2
- усилие прессования, кН 240
- удельное усилие прессования, кН/м<sup>2</sup> 280
- установленная мощность, кВт 5,5
- габаритные размеры, мм 3830x2040x2500
- масса, кг 2750

Аналогичное устройство имеют биокомпакторы модели SPB SW-E фирмы «Husmann» и моноблочные компакторы «Ecopress» для органических отходов (рис. 3)



*Рисунок 3 – Моноблочный био компактор «Ecopress»*

Более рациональным является непрерывный способ, реализуемый в установках, оснащенных шнековым движителем, который транспортирует материал к выходной фильере, где и происходит собственно прессование. Однако применение типового цилиндрического шнека постоянного диаметра, даже с переменным шагом витков, и фильеры с постоянным выходным отверстием с позиций эффективности разделения фракций и отжима материала является малоэффективным.

Для решения этой проблемы нами разработан способ предварительного двухступенчатого прессования жома и разработана компоновка компактора с коническим шнеком и многолепестковой пластинчатой диафрагмой, позволяющая

в непрерывном режиме осуществлять отделение жидкой фракции и получать остаток в виде брикета, который в последующем может досушиваться на ленточной или конвейерной туннельной сушилке (рис.4) [2].

Разработанная нами конструктивно-технологическая схема вертикального компактора содержит конический шнек с переменным шагом витков, прессующую диафрагму для окончательного прессования и формирования брикета полусухого остатка, Устройство для удаления жидкой фракции выполнено в виде перфорированного конуса, снабженного специальными элементами, способствующими продвижению продукта в зоне обработки и лучшему удалению жидкости.

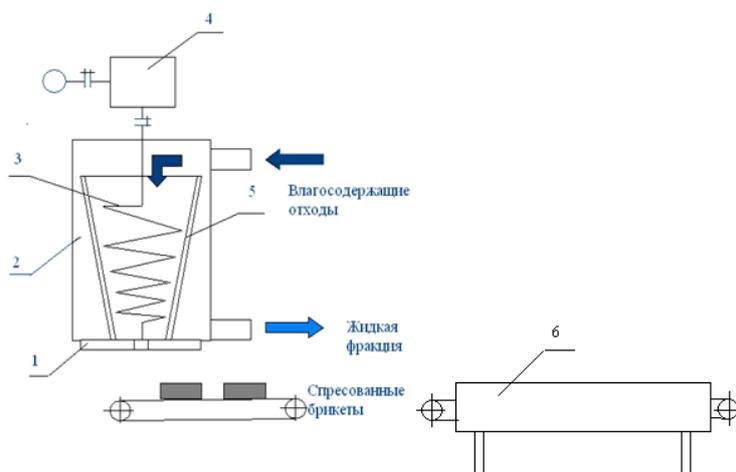


Рисунок 3 – Схема компактора пищевых отходов в комплекте с туннельной сушилкой брикетов

1 – многолепестковая диафрагма, 2 – корпус, 3 – шнек,  
4 – редуктор, 5 – перфорированный конус, 6 - туннельная сушилка

Данный биокомпактор влажностойких пищевых отходов с попутным извлечением жидкой фракции позволит более эффективно использовать вторичные продукты пищевых производств. В отличие от аналогов предлагаемый компактор характеризуется меньшей занимаемой площадью, и энергопотреблением, способен работать в непрерывном спокойном режиме и выпускать брикеты изменяемых размеров.

#### **Список литературы**

1. Деничиков Н.Г. *Отходы пищевой промышленности и их использование. Издание 2-ое.* – М: Пищепром.
2. Польшаева М.А. *О технологии обработки влажностойких пищевых отходов / XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Научно-методический журнал. № 1(29) 2016.* – Пенза, ПензГТУ, 2016. – С. 79-84.
3. Польшаева М.А. *Об использовании вторичных ресурсов свеклосахарного производства XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2016. № 1(29) – Пенза, ПензГТУ, 2016 – С. 92-94.*

---

---

# ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР, КРУПЯНЫХ ПРОДУКТОВ, ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

---

УДК 664.4

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУР РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

© *A.V. Novikova, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)*

© *L.M. Russkina, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)*

## DESIGN RECIPES SEMI-PREPARED OF POULTRY MEAT

© *A.V. Novikova, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© *L.M. Russkina, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена вопросам теории и практики проектирования рецептур мясных рубленых полуфабрикатов с заданными показателями качества.

**Ключевые слова:** разработка новых пищевых продуктов, проектирование рецептур, метод линейного программирования, показатели качества, полуфабрикаты мясные рубленые, мясо индейки, кальций

The article is devoted to the theory and practice of designing of recipes of meat chopped semi-finished products with specified quality indicators.

**Key words:** designing of new food products, design of recipes, the method of linear programming, quality indicators, semi-prepared meat, Turkey meat, calcium

**E-mail:** nav367@yandex.ru

Разработка новых пищевых продуктов – это процесс, опирающийся на знания сырья, технологии, свойств готового продукта, рынков, потребителей, общества. Процесса создания и вывода нового изделия на рынок идет по двум параллельным путям: один включает генерирование идеи, промышленный дизайн и конструирование, а другой – маркетинговое исследование и анализ. При проектировании новых продуктов важно учитывать принципы параллельного подхода, когда необходимо учитывать одновременно качество продукта, его стоимость, удовлетворение потребностей потребителя, сокращение времени выхода продукта на рынок. В рамках процесса разработки все действия (разработка технологии производства продукта, проектирование оборудования, выработка маркетинговой стратегии и др.) координируются в целях создания продукта, который купит потребитель (физическое лицо, предприятие пищевой промышленности или общественного питания). При этом одинаково важную роль играют как знания потребностей и желаний потребителей, так и современных научных достижений и технологических разработок. Поэтому проектирование новых пищевых продуктов опирается на техническое задание, которое должно содержать некоторый набор показателей, являющихся необходимыми. Выбор показателей определяется требованиями технологии, безопасности, предпочтениями потенциальных потребителей и др. К технологическим относятся показатели, определяющие

свойства сырья, способ производства и свойства готового продукта. При разработке технологии производства продукта для достижения оптимальных результатов важным является изучение технологических переменных. Различают входные переменные (тип, качество, количество сырья и технологические способы переработки) и выходные переменные (свойства готового продукта).

Две главных области исследований при разработке технологии – это рецептура продукта и технологические процессы переработки. В первой изучаются типы и количество сырья, а во второй – влияние изменений технологических условий на конечный продукт. Главное то, что они изучаются параллельно. Разработка технологии продукта – это непрерывное изучение взаимоотношений между переменными «на входе» и «на выходе» в целях получения оптимального продукта. Главной областью исследования при проектировании полуфабрикатов является рецептура продукта, где изучаются типы и количество сырья. Параллельно изучается технология, т.е. условия, влияющие на свойства конечного продукта. Проектирование – это непрерывное изучение взаимосвязей между сырьем и готовым продуктом, изменяющихся в процессе обработки.

Одним из направлений при проектировании новых продуктов является использование количественных методов объединения сырья, технологии и готового продукта. Развитие информационных технологий открывает возможности для создания виртуальных образцов пищевых продуктов. Однако большое разнообразие характеристик, определяющих свойства сырья и готовых продуктов, создают определенные трудности в широком использовании количественных методов. В настоящее время проектирование рецептур продуктов с заданными характеристиками пищевой ценности проводят методом линейного программирования с использованием электронных таблиц. Этот метод позволяет определить переменные и диапазон их изменения, а затем получить математическую модель продукта.

Производство пищевых продуктов для обеспечения питанием детей различных возрастов является специализированным направлением деятельности в пищевой промышленности. Мясные рубленые изделия широко применяются в детском питании, поэтому актуальным является производство разнообразных новых полуфабрикатов промышленным способом. Целью работы является проектирование рецептур мясных полуфабрикатов для питания детей школьного возраста. Была поставлена задача спроектировать рецептуры полуфабрикатов рубленых класса Б с максимальным содержанием кальция. Для решения задачи требуется составить техническое задание, в котором потребительские свойства продукта переводят в измеримые показатели. Эти показатели и их значения являются ограничениями, они должны быть значимыми и приемлемыми для потребителя, а также реальными и достижимыми в производстве. Основные ограничения, учитываемые при проектировании рецептур мясных рубленых полуфабрикатов для школьного питания:

- массовая доля мясных компонентов от 55 до 72% (полуфабрикат класса Б),
- массовая доля белка не менее 12%,
- массовая доля жира не более 14%,
- массовая доля влаги не более 72%,
- массовая доля кальция - максимальная,
- энергетическая ценность не более 200 ккал.

В качестве основного вида мясного сырья используется фарш из мяса индейки. Выбор мясного сырья определяется расширением производства мяса

индейки. В качестве дополнительного сырья использовались лук репчатый, молоко сухое обезжиренное, яичный порошок, сухари панировочные, соль. Молоко сухое обезжиренное используется в рецептуре как источник солей кальция.

Для проектирования рецептуры мясного рубленого полуфабриката была составлена информационная матрица данных, которая включает в себя следующие блоки: наименование ингредиентов, химический состав ингредиентов, оптовые цены на ингредиенты, индексированные переменные ( $X_i$ ). Информационная матрица данных представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Информационная матрица данных

Ингредиенты	Индекс, $X_i$	Массовая доля, %				
		белка	жира	углеводов	воды	Ca, мг
Фарш из индейки	X1	16,9	12,5	-	69,7	33
Лук репчатый	X2	1,4	0,2	8,2	86,0	31
Молоко сухое обезжиренное	X3	36,2	0,8	51,9	3,2	1257
Яичный порошок	X4	46,0	37,3	4,5	7,3	193
Вода	X5	-	-	-	100	-
Соль	X6	-	-	-	-	368
Сухари панировочные	X7	10,1	9,7	71,7	4,5	20

На основании информационной матрицы данных формируется система линейных балансовых уравнений по содержанию пищевых веществ и энергетической ценности. Математическая модель содержания пищевых веществ в рецептуре полуфабриката представлена в табл. 2.

Таблица 2 – Математическая модель рецептуры полуфабриката

Показатели	Уравнения
Белки	$B=0,169X_1+0,014X_2+0,362X_3+0,460X_4+0,101X_7$
Жиры	$J=0,125X_1+0,002X_2+0,008X_3+0,373X_4+0,097X_7$
Углеводы	$Y=0,082X_2+0,519X_3+0,045X_4+0,717X_7$
Энергетическая ценность	$E=4B+9J+3,75Y$
Кальций	$Ca=0,33X_1+0,31X_2+12,57X_3+1,93X_4+3,68X_6+0,20X_7$
Вода	$B=0,697X_1+0,860X_2+0,032X_3+0,073X_4+1X_5+0,045X_7$

Решение рецептурной задачи для нового полуфабриката связано с подбором ингредиентов сырьевой смеси, удовлетворяющей заданным требованиям по содержанию основных пищевых веществ и функционально-технологическим свойствам. В связи с поставленной целью исследований в первую очередь определяется критерий оптимальности, т.е. такой показатель, на основе которого сравниваются варианты, и выбирается наилучший из них.

В результате решения системы линейных уравнений получаем рассчитанные варианты рецептур полуфабриката мясного рубленого (табл. 3).

Таблица 3 – Варианты рецептур полуфабриката

Ингредиенты	Индекс	Расход сырья на 100 кг, нетто, кг				
		№1	№2	№3	№4	№5
Фарш из индейки	X1	55	60	65	70	72
Лук репчатый	X2	10	10	10	10	8
Молоко сухое обезжиренное	X3	10	10	10	5	5
Яичный порошок	X4	5	5	5	5	5
Вода	X5	14,5	9,5	4,5	4,5	4,5
Соль	X6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Сухари панировочные	X7	5	5	5	5	5
	Ограничения					
Белок, г	≥ 12	15,86	16,71	17,55	16,59	16,89
Жир, г	≤ 14	9,33	9,95	10,58	11,16	11,41
Влажность, %	≤ 72	62,35	60,83	59,32	62,64	31
Энергетическая ценность, ккал	≤ 200	184,19	193,19	202,20	193,87	196,71
Кальций, мг	МАХ	159,44	161,09	162,74	101,54	101,58

Анализ полученных данных позволяет определить рецептуру, удовлетворяющую условиям содержания жира и белка в рецептуре полуфабриката, с необходимым содержанием кальция и заданной энергетической ценностью.

#### **Список литературы**

1. *Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р)*
2. Эрл М., Эрл Р., Андерсон А. *Разработка пищевых продуктов.* – СПб.: Профессия, 2004. – 384с.
3. *Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для питания школьников / Под ред. М.П. Могильного.* – М.: ДеЛи принт, 2007. – 628с.
4. Новикова А.В., Мурашкина О.А., Рускина Л.М. *Использование мяса индейки в школьном питании // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2016. №01(29). С. 130-133.*
5. Бочкарева З.А. *Совершенствование технологии мясных фаршированных полуфабрикатов на основе мясорастительной рубленой массы // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2016. №01(29). С. 137-143.*
6. <http://www.intelmeal.ru/nutrition/foodinfo-ground-turkey-85-proc-lean-15-proc-fat-raw.php>

УДК 664.6

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ  
НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНОГО ПЕСОЧНОГО  
ТЕСТА ПРИ ЕГО РАСКАТЫВАНИИ**

© *Г.В. Авроров, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)*

© *Е.А. Сарафанкина, Пензенский государственный технологический  
университет (г. Пенза, Россия)*

© *О.Н. Пчелинцева, Пензенский государственный технологический  
университет (г. Пенза, Россия)*

**THE INVESTIGATION OF THE INFLUENCE BASIC INGREDIENTS  
ON RHEOLOGICAL PROPERTY SUPPLE SANDY PASTRY  
OF IT LAMINATION**

© *G.V. Avrorov, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© *E.A. Sarafankina, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© *O.N. Pchelintceva, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье приведены результаты исследований изменения вязкости пластичного теста при разном соотношении в его рецептуре вносимого количества ингредиентов

**Ключевые слова:** песочное тесто, реологические свойства, эффективная вязкость.

In the article describe results of the investigation change viscosity of supple pastry by different ratio his receipt quantity ingredients.

**Key words:** supple sandy pastry, rheological property, viscosity.

Песочное тесто, содержащее в качестве основных ингредиентов муку, жир и сахар с реологических позиций обладает ярко выраженными пластическими и адгезионными свойствами [1], что затрудняет его машинную обработку.

Экспериментальные исследования по оценке влияния основных ингредиентов на реологические свойства песочного теста проводили с различными долями внесения в тестовую массу жира, сахара, яиц и молочных продуктов. На рис. 1 приведены кривые деформации сдвига песочного теста. Участок кривой *AB* соответствует начальному периоду деформации. На этом участке наблюдается возрастание эластичной составляющей. Участок *BC* соответствует установившейся деформации и отличается меньшей кривизной. В точке *C* после снятия нагрузки полная деформация состоит из двух частей эластичной и остаточной деформации.

Отношение деформации к постоянному напряжению определяет модуль податливости теста  $J(t) = \varepsilon/\tau$ .

На участке мгновенного модуля упругости ( $E_0$ ) структура продукта восстанавливается, так как на данном участке продукт эластично деформируется без разрыва связей  $J_0 = 1/E_0$ . На следующем участке модуль ползучести может быть записан как

$$J_2 = \bar{J}(1 - \exp(-\frac{t}{\bar{t}})),$$

где  $\bar{J}$  – средний модуль ползучести,  $\bar{t}$  – среднее время задержки восстановления.

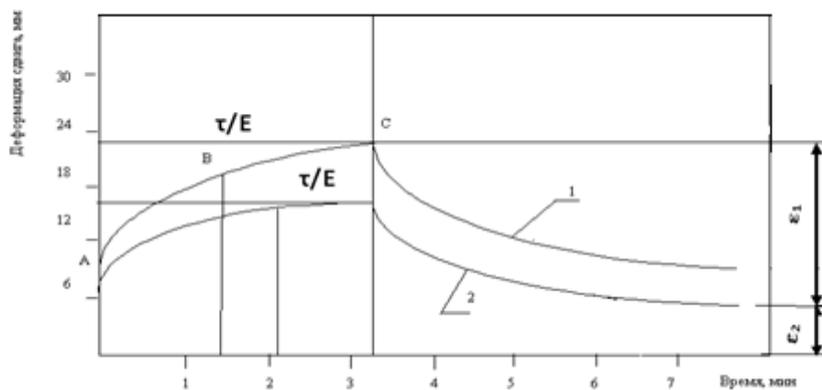


Рисунок 1 – Кривые деформации сдвига пластичной тестовой массы  
 1 – тесто с увеличенным до 10% содержанием жира;  
 2 – контрольный образец теста по рецептуре

На рис. 2 приведены экспериментальные кривые изменения эффективной вязкости в зависимости от скорости деформации для теста с различным содержанием жира.

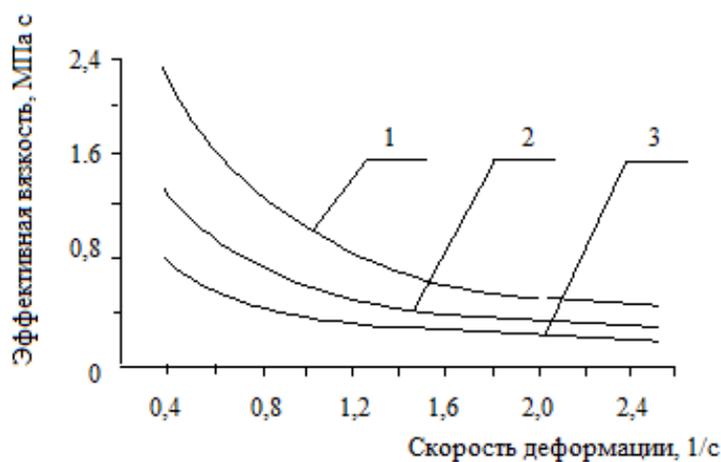


Рисунок 2 – Кривые изменения эффективной вязкости тестовой массы в зависимости от скорости деформации

1 – контрольный образец теста по рецептуре, 2 – тесто с увеличенным содержанием до 10% жира, 3 – тесто с увеличенным содержанием до 20% жира

Можно видеть, что с увеличением содержания жира происходит снижение эффективной вязкости по сравнению с контрольным образцом теста по рецептуре в диапазоне скоростей сдвига 0,4 ... 2,4 с<sup>-1</sup> примерно в 3 раза.

Обработка кривых (рис. 2) проводилась в соответствии [2]. В практике исследований часто встречаются следующие виды моделей, которые могут быть приведены к линейному виду путем преобразования переменных (табл. 1).

Таблица 1 – Виды моделей и их линеаризация

№ мо д.	Вид модели	Вид преобразования переменных и параметров	Вид уравнения прямой	Координаты промежуточной точки исходных переменных	
				$X_{np}$	$Y_{np}$
1	Степенная $Y = a_0 X^{a_1}$	$Y_L = \lg Y$ $X_L = \lg X$ $a_{0L} = \lg a_0$	$Y_L = a_{0L} + a_{1L} X_L$	$\sqrt{X_1 X_N}$	$\sqrt{Y_1 Y_N}$
2	Показательная $Y = a_0 a_1^X$	$Y_L = \lg Y$ $a_{0L} = \lg a_0$ $a_{1L} = \lg a_1$	$Y_L = a_{0L} + a_{1L} X_L$	$\frac{X_1 + X_N}{2}$	$\sqrt{Y_1 Y_N}$
3	Показательная $Y = a_0 e^{a_1 X}$	$Y_L = \lg Y$ $a_{0L} = \lg a_0$ $a_{1L} = a_1 \lg e$	$Y_L = a_{0L} + a_{1L} X_L$	$\frac{X_1 + X_N}{2}$	$\sqrt{Y_1 Y_N}$
4	Логарифмическая $Y = a_0 + a_1 \lg X$	$X_L = \lg X$	$Y = a_0 + a_1 X_L$	$\sqrt{X_1 X_N}$	$\frac{Y_1 + Y_N}{2}$
5	Гиперболическая $Y = 1/(a_0 + a_1 X)$	$Y_L = 1/Y$	$Y_L = a_0 + a_1 X_L$	$\frac{X_1 + X_N}{2}$	$\frac{2Y_1 Y_N}{Y_1 + Y_N}$

Выбор вида модели, из приведенных в табл.1, осуществляли в следующей последовательности:

- определялись промежуточные значения независимых переменных  $X_{np}$ ,
- определялось значение зависимой переменной  $Y_{np}$ ,
- для описания экспериментальных данных принимали модель, для которой выполнялись тождества  $X_{np} = X_u$ ,  $Y_{np} = Y_u$ .

При  $X_u \neq X_{np}$  использовали линейную интерполяцию и определяли промежуточное экспериментальное значение  $Y_{np.э.}$ , соответствующее  $X_{np}$  по

$$\text{формуле } Y_{np.э.}(X_{np}) = Y_u + (Y_{u+1} - Y_u) \frac{X_{np} - X_u}{X_{u+1} - X_u}.$$

Коэффициенты в линеаризованном уравнении  $Y_{R_L} = d_{0L} + d_{1L}(X_L - \bar{X}_L)$  определяли методом наименьших квадратов

$$d_{0L} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N Y_{uL} = \bar{Y}_L,$$

$$d_{1L} = \frac{\sum_{u=1}^N (X_{uL} - \bar{X}_L)}{\sum_{u=1}^N (X_{uL} - \bar{X}_L)^2}.$$

Таблица 2 – Данные числовой обработки кривых изменения вязкости

$X_u$ - скорость деформации, $c^{-1}$	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
$Y_u$ - эффективная вязкость, мПа	2,33	1,81	1,32	1,14	0,96	0,84	0,72	0,63	0,62	0,61	0,60
	1,21	1,04	0,72	0,64	0,55	0,52	0,48	0,46	0,42	0,41	0,40
	0,82	0,52	0,48	0,41	0,38	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30	0,28

1. Расчет промежуточных переменных  $X_{np}, Y_{np}, Y_{p3} \quad |\Delta| = |Y_{np} - Y_3(X_{np})|$

(табл.3):

Таблица 3 – Промежуточные значения переменных

№ мо д.	$X_{np}$	$Y_{np}$	$Y_3(X_{np})$ или $Y_{p3}(X_{np})$	$ \Delta $
1	$\sqrt{0,4 \cdot 2,4} = 0,979$	$\sqrt{2,38 \cdot 0,6} = 1,195$	$1,32 + (1,14 - 1,32) \frac{0,979 - 0,8}{1,0 - 0,8} = 1,16$	0,035
		$\sqrt{1,2 \cdot 0,4} = 0,693$	$0,72 + (0,64 - 0,72) \frac{0,979 - 0,8}{1,0 - 0,8} = 0,64$	0,044
		$\sqrt{0,82 \cdot 0,28} = 0,479$	$0,52 + (0,48 - 0,52) \frac{0,979 - 0,6}{0,8 - 0,6} = 0,44$	0,034
2	$\frac{0,4 + 2,4}{2} = 1,4$	$\sqrt{2,38 \cdot 0,6} = 1,195$	0,84	0,355
		$\sqrt{1,2 \cdot 0,4} = 0,693$	0,52	0,173
		$\sqrt{0,82 \cdot 0,28} = 0,479$	0,36	0,119
3	$\frac{0,4 + 2,4}{2} = 1,4$	$\sqrt{2,38 \cdot 0,6} = 1,195$	0,84	0,355
		$\sqrt{1,2 \cdot 0,4} = 0,693$	0,52	0,173
		$\sqrt{0,82 \cdot 0,28} = 0,479$	0,36	0,119
4	$\sqrt{0,4 \cdot 2,4} = 0,979$	$\frac{2,38 + 0,6}{2} = 1,49$	$1,81 + (1,32 - 1,81) \frac{0,979 - 0,6}{0,8 - 0,6} = 0,89$	0,6
		$\frac{1,2 + 0,4}{2} = 0,8$	$0,72 + (0,64 - 0,72) \frac{0,979 - 0,8}{1,0 - 0,8} = 0,64$	0,16
		$\frac{0,82 + 0,28}{2} = 0,55$	$0,52 + (0,48 - 0,52) \frac{0,979 - 0,6}{0,8 - 0,6} = 0,44$	0,11
5	$\frac{0,4 + 2,4}{2} = 1,4$	$\frac{2 \cdot 2,38 \cdot 0,6}{2,38 + 0,6} = 0,958$	0,84	0,118
		$\frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,4}{1,2 + 0,4} = 0,6$	0,52	0,08
		$\frac{2 \cdot 0,82 \cdot 0,28}{0,82 + 0,28} = 0,417$	0,36	0,057

Величина  $|\Delta|$  наименьшая для модели № 1, поэтому для описания данных эксперимента можно условно принять степенную модель, которая после преобразования имеет вид  $Y_{RL} = a_{0L} + a_1 X_L$  или  $Y_{RL} = d_{0L} + d_1(X_L - \bar{X}_L)$ .

2. Промежуточные результаты сведены в табл. 4.

Таблица 4

u	$X_{uL} = \lg X_u$	$X_{uL} - \bar{X}_L$	$(X_{uL} - \bar{X}_L)^2$	$Y_{uL} = \lg Y_u$			$(X_{uL} - \bar{X}_L)Y_{uL}$		
				1	2	3	1	2	3
1	-0,39794	-0,4806	0,2309	0,3673	0,0827	-0,0862	-0,1765	-0,0397	0,0414
2	-0,22185	-0,3045	0,0927	0,2576	0,0170	-0,2839	-0,0784	-0,0051	0,0864
3	-0,09691	-0,1795	0,0322	0,1205	-0,1426	-0,3187	-0,0216	0,0255	0,0572
4	0	-0,0826	0,0068	0,0569	-0,1938	-0,3872	-0,0046	0,0006	0,0319
5	0,07918	0,0034	0	-0,0177	-0,2596	-0,4202	-0,0048	-0,0008	-0,0014
6	0,14613	0,0635	0,0040	-0,0757	-0,2840	-0,4437	-0,0173	-0,0180	-0,0281
7	0,20412	0,1215	0,0147	-0,1426	-0,3187	-0,4685	-0,0346	-0,0387	-0,0569
8	0,25527	0,1726	0,0297	-0,2006	-0,3372	-0,4815	-0,0453	-0,0582	-0,0831
9	0,30103	0,2184	0,0476	-0,2076	-0,3767	-0,5086	-0,0557	-0,0822	-0,1110
10	0,34242	0,2598	0,0674	-0,2146	-0,3872	-0,5228	-0,0659	-0,1005	-0,1358
11	0,38021	0,2975	0,0885	-0,2218	-0,3979	-0,5528	-0,0659	-0,1183	-0,1644
$\sum_{u=1}^N$	0,99166	-	0,6145	-0,2661	-2,598	-4,4741	-0,5047	-0,4354	-0,3638

Средний уровень линеаризованного фактора

$$\bar{X}_L = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{uL} = 0,99166 / 12 = 0,08264.$$

По данным табл. 15 находим

Для кривой 1:

$$d_{0L} = \bar{Y}_{L1} = -0,2661 / 12 = -0,022175$$

$$d_1 = -\frac{-0,5047}{0,6145} = 0,82132.$$

Линеаризованное уравнение имеет вид

$$Y_{RL} = -0,0221765 - 0,821320(X_L - \bar{X}_L). \text{ Или } Y_{RL} = 0,79915 - 0,8213 X_L.$$

$$\text{Искомое уравнение } Y_R = 6,2975 X^{-0,8213}. \quad (1)$$

Для кривой 2:

$$d_{0L} = \bar{Y}_{L2} = -2,598 / 12 = -0,2165$$

$$d_1 = -\frac{-0,4354}{0,6145} = 0,708543.$$

Линеаризованное уравнение имеет вид  $Y_{RL} = -0,2165 - 0,708543(X_L - \bar{X}_L)$

$$\text{Или } Y_{RL} = 0,492083 - 0,7085 X_L.$$

$$\text{Искомое уравнение } Y_R = 3,1052 X^{-0,7085}. \quad (2)$$

Для кривой 3:

$$d_{0L} = \bar{Y}_{L1} = -4,4741 / 12 = -0,37284$$

$$d_1 = -\frac{-0,3638}{0,6145} = 0,59202.$$

Линеаризованное уравнение имеет вид  $Y_{RL} = -0,37284 - 0,59202(X_L - \bar{X}_L)$

$$\text{Или } Y_{RL} = 0,21918 - 0,59202 X_L.$$

$$\text{Искомое уравнение } Y_R = 1,6566 X^{-0,5920}. \quad (3)$$

#### **Список литературы**

1. Авроров В.А., Ловцева В.В., Авроров Г.В., Тутов Н.Д. Анализ и моделирование операций обработки сырья и полуфабрикатов для мучных кондитерских изделий. Монография. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 244с.
2. Авроров В.А., Жистин Е.А., Моряхина Н.В. Основы проведения научных исследований. Учебное пособие. В 2-х кн. – Пенза: ПГТА, 2009. – 476с.

**УДК 641.561**

### **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ РУЛЕТОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

© *З.А. Бочкарева, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)*

### **WORKING OUT OF FORMULIZATIONS AND TECHNOLOGIES OF MEAT ROLLS AT MANUFACTURE WITH INTERLOCKING CONDITIONS**

© *Z.A. Bochkareva, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена разработке рецептур и технологии мясных рулетов с овощными наполнителями для выработки в условиях централизации производства. Отличительной особенностью технологии является приготовление овощежировой смеси для улучшения функционально-технологических свойств рулетов. Разработаны рецептуры на рулеты с картофелем, морковью, свеклой, капустой белокочанной и кабачками.

**Ключевые слова:** централизация производства, рулеты, мясорастительные

The article is devoted to working out of formulizations and technologies of meat rolls with vegetables fillings for development in the production of interlocking conditions. A distinguishing feature of the technology is making of mixture with vegetables and meat for improving functional and technological rolls properties. Formulizations for rolls containing potatoes, carrots, beets, cabbages and zucchinis are developed.

**Key words:** the production of interlocking conditions, rolls, mixture with vegetables and meat.

Даже для небольшой сети предприятий общественного питания стандартизация качества выпускаемой продукции стоит на первом месте. Соответственно, при росте сети возникает вопрос централизации производства для обеспечения единого стандарта на продукт. Централизация производства полуфабрикатов различной степени готовности, кулинарных, кондитерских изделий и готовых блюд в настоящее время рассматривается как магистральный путь развития отрасли и имеет большое значение для дальнейшего совершенствования общественного питания.

Список выгод, которые получает предприятие:

- уменьшается площадь арендуемых производственных помещений, инвестиционные затраты на оборудование и инженерное обеспечение (вода, канализация, жируловители, вентиляция, электрика и прочее);
- снижаются затраты на персонал, упрощаются учет и организационная работа (нет необходимости заказывать пятьдесят видов сырья у множества поставщиков, когда можно заказать нужное количество уже готовых блюд у одного), упрощаются все согласования, сокращаются стоимость и сроки получения разрешительной документации;
- вместо распределенного контроля над качеством блюд появляется централизованное.

Централизация производства полуфабрикатов различной степени готовности предполагает освоение новых процессов и оборудования, которые должны обеспечивать: поточность обработки сырья и продуктов, интенсификацию технологических процессов по обработке сырья и приготовлению полуфабрикатов, охлаждению и разогреву, высокую степень механизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ. Промышленные технологии производства кулинарной продукции разрабатываются путем оптимизации или изменения традиционных технологий [1].

При централизованном снабжении доготовочных предприятий общественного питания важным направлением является выработка мясной продукции, содержащей овощные наполнители. Комбинирование в одном продукте растительного и животного сырья, может изменять как функционально-технологические, так и органолептические показатели, поэтому при разработке новых видов мясных продуктов, предполагающих частичную замену мясного сырья немясными ингредиентами, необходимым условием должно стать сохранение органолептических показателей, свойственных традиционным [2].

Овощи являются важными компонентами в питании человека, пищевая ценность которых определяется содержанием углеводов, витаминов, минеральных веществ, органических кислот, азотистых и фенольных веществ.

Целью работы является разработка мясорастительных рулетов для снабжения доготовочных предприятий общественного питания.

Задачи работы заключались в разработке рецептур и технологии на производство мясорастительных рулетов в условиях централизованного производства; определении пищевой и энергетической ценности разработанных рулетов.

Особенностью технологии является введение овощных добавок в виде овощежировых смесей, приготовленных на основе картофеля, кабачков, моркови, свеклы, белокочанной капусты. Включение в состав изделий различных овощей обеспечит получение целой гаммы разнообразных продуктов, имеющих своеобразный вкус и будет способствовать повышению пищевой ценности готовых изделий [3].

Рулеты должны вырабатываться по рецептурам, указанным в табл. 1.

Таблица 1 – Рецептуры на мясорастительные рулеты

Наименование сырья	Норма для рулетов, кг (на 100кг сырья)				
	Каротинка	Нежный	Уота	Брассика	Цветной
Говядина (котлетное мясо)	38,0	42,0	35,0	40,0	35,0
Свинина полужирная	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Морковь	7,0	-	-	-	-
Кабачки	-	6,0	-	-	-
Картофель	-	-	8,0	-	-
Капуста белокочанная	-	-	-	6,0	-
Свекла	-	-	-	-	8,0
Масло растительное	7,0	6,0	8,0	6,0	8,0
Лук репчатый	2,0	2,0	3,0	2,0	3,0
Перец черный молотый	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Яйцо куриное	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Соль поваренная пищевая	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Вода питьевая	20,0	18,0	20,0	20,0	20,0

Технологический процесс производства мясорастительных рулетов состоит из следующих этапов: подготовка мясного и растительного сырья к производству, приготовление овощной пасты, приготовление овощежировой пасты, смешивание мясной массы и овощной эмульсии, формование рулетов, термическая обработка в пароконвектоматах, интенсивное охлаждение, упаковка, маркировка, транспортирование.

Разработанная технологическая схема имеет ряд особенностей и преимуществ. Приготовление овощежировой пасты позволяет сохранять суспензию овощей в виде тонкоизмельченной массы, затормаживать процессы разрушения витаминов, создавая тонкую оболочку. При тепловой обработке рулетов протопектин овощей переходит в растворимый пектин, что способствует образованию структуры изделий, отличающихся мелкодисперсной средой. Полученное после термической обработки изделие при охлаждении хорошо держит форму за счет застывания пектина. Рулеты имеют нежную консистенцию. Добавление овощежировой пасты, а не измельченных овощей способствует получению мясорастительной массы с хорошими формирующими свойствами. При добавлении овощежировой пасты с морковью и свеклой, имеющих яркую окраску, «серость» мяса значительно скрадывается, а образующаяся окраска ярко выражена и отличается значительной устойчивостью. Добавление овощежировой пасты способствует лучшему сохранению жирорастворимых витаминов, тем самым обогащая мясные продукты витаминами этой группы.

Положительная роль растительного масла в образовании структуры продукта заключается в его равномерном дисперсном распределении между мясными и овощными компонентами и обогащении готового продукта незаменимыми жирными кислотами.

По органолептическим показателям рулеты должны соответствовать требованиям ГОСТ 31986-2012, приведенным в табл. 2.

Таблица 2 – Органолептические показатели рулетов

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид: форма и поверхность	Форма прямоугольная или батона сохранена, поверхность чистая, сухая, без трещин, поджаренная
Цвет	На разрезе от светло-коричневого до коричневого, у рулета с добавлением свеклы- более темный, с добавлением моркови – слегка оранжевый.
Консистенция	Плотная, слегка упругая, на разрезе однородная На разрезе допускается наличие мелкой пористости
Вкус	Свойственный запеченному мясу, без посторонних привкусов, в меру соленый
Запах	Свойственный запеченному мясу, без посторонних запахов

По физико-химическим показателям мясорастительные рулеты должны соответствовать требованиям Приложения N 1 к техническому регламенту Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции" (ТР ТС 021/2011), указанным в табл. 3.

Таблица 3 – Нормируемые физико-химические показатели рулетов

Наименование показателя	Значение показателя (для категории В)
Массовая доля белка, %, не менее	10
Массовая доля жира, %, не более	50
Массовая доля крахмала, %, не более	4

Пищевая и энергетическая ценность рулетов представлена в табл. 4.

Таблица 4 – Пищевая и энергетическая ценность рулетов

Наименование рулета	Пищевая ценность, г			Энергетическая ценность, ккал
	Белки	Жиры	Углеводы	
Рулет «Каротинка» с морковью	12,318	15,28	0,625	189,3
Рулет «Нежный» с кабачками	13,18	14,67	0,76	187,79
Рулет «Уота» с картофелем	11,68	16	1,61	197,16
Рулет «Брассика» с капустой елокочанной	12,78	14,53	0,47	183,77
Рулет «Цветной» со свеклой	11,68	14,67	0,96	194,3

Таким образом, в работе были определены рецептура и технологическая схема производства мясорастительных рулетов, обогащенных овощами. Целесообразно организовать производство мясорастительных рулетов централизованно на предприятиях заготовочных. т.к. увеличится доля полезных блюд в меню предприятий – доготовочных.

#### **Список литературы**

1. Новикова А.В. Разработка технологии промышленного производства крупяных запеканок / А.В. Новикова, О.А. Мурашкина, Л.М. Рускина // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. – 2016. – № 01(29). – С.71-75.
2. Бочкарева З.А. Экструдат проса в технологии мясных рубленых изделий / З.А. Бочкарева, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2013. – №4. – С. 103-108.
3. Бочкарева З.А. Совершенствование технологии мясных фаршированных полуфабрикатов на основе мясорастительной рубленой массы // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. – 2016. – № 01(29). – С.137-143.

УДК 664.681

**НОВЫЕ ВИДЫ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

- © *Г.В. Авроров, МИП ООО ИТЦ ИнфотехАГРО (г. Пенза, Россия)*  
© *Г.В. Шабурова, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*  
© *А.А. Курочкин, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*  
© *В.В. Ловцева, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*  
© *П.К. Воронина, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

**NEW SORT MEALY FUNCTIONAL PRODUCTS  
FUNCTIONAL DESIGNATION**

- © *G.V. Avrorov, STC InfotechAGRO (Penza, Russia)*  
© *G.V. Shaburova, Penza State Technological University (Penza, Russia)*  
© *A.A. Kurochkin, Penza State Technological University (Penza, Russia)*  
© *V.V. Lovzeva, Penza State Technological University (Penza, Russia)*  
© *P.K. Voronina, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье приведены новые виды формового пшеничного и ржано-пшеничного хлеба и мучных кондитерских изделий с натуральными обогатителями из экструдата гречихи, тыквы, кураги, чернослива и березового гриба чаги.

**Ключевые слова:** формовой пшеничный и ржано-пшеничный хлеб, мучные кондитерские изделия, натуральные обогатители

In the article describe new sorts of white bread and then rye-dread and mealy confectionery with natural dressers out of extrudate of the buckwheat, pumpkin, dread apricots, prunes and birchen mushroom.

**Key words:** white bread and then rye-dread, mealy confectionery, natural dressers

Известно, что мука, поступающая на хлебопекарные предприятия, имеет нестабильные свойства, причем доля такой муки за последнее время возросла. Например, по данным [1], на хлебопекарных предприятиях перерабатывается до 60% муки нестандартного качества: с пониженным содержанием клейковины, с примесью морозобойного или проросшего зерна, с повышенной или, наоборот, пониженной ферментативной кислотностью.

Поэтому важнейшими проблемами в области хлебопечения являются следующие:

- выработка хлеба стабильного качества с достаточным сроком хранения его свежести;
- создание новых сортов и рецептур хлеба и хлебобулочных изделий функционального назначения с разной степенью биологической и энергетической ценности.

Обеспечение стабильного качества, расширение ассортимента и создание новых сортов и видов хлебобулочной продукции определяется следующими условиями:

- целенаправленное применение микроингредиентов и натуральных улучшителей и обогатителей функционального действия;

- оптимизация способов и средств приготовления тестовых полуфабрикатов и готовой продукции;
- внедрение современных методов и технических систем контроля качества на всех стадиях тестоведения;

Предлагаемый способ производства хлеба [2] реализуется путем замеса теста из муки пшеничной высшего сорта, дрожжей хлебопекарных прессованных, соли, воды, продукта переработки гречихи в количестве 5...7% от массы муки, выбраживания теста, разделки, расстойки и выпечки. В качестве обогатителя используется экструдат, полученный путем обработки гречихи влажностью 13...17% в экструдере в течение 25...30 с при температуре 125...130<sup>0</sup>С с последующим воздействием на выходящий из экструдера продукт пониженным давлением, равным 0,06... 0,07 МПа для достижения в нем содержания влаги не более 9%. Полученный по предложенному способу экструдат не требует дополнительного измельчения и полностью готов для замеса теста. Кроме того, следует ожидать улучшения потребительских свойств обогащенного экструдатом гречихи хлеба, поскольку введение пищевых волокон, содержащихся в лузге (шелухе) гречихи увеличивает срок хранения хлеба без его очерствения за счет лучшего удержания влаги.

Предложенный способ реализуют следующим образом. Сначала получают измельченный экструдат гречихи. Далее замешивают тесто безопарным методом из муки пшеничной высшего сорта, дрожжей хлебопекарных прессованных, раствора соли, воды и измельченного экструдата гречихи. Замешенное тесто с влажностью 43...45% оставляют для брожения на 165...170 минут при температуре 32...33<sup>0</sup>С. Во время брожения через 50...60 минут проводят обминку теста. Выброженное тесто подают на разделку на тестоделитель и тестоокруглитель. Далее округленные тестовые заготовки подают на расстойку в расстойный шкаф при температуре воздуха 35... 40<sup>0</sup>С и относительной влажности 75...85%. Расстоявшиеся тестовые заготовки направляют на выпечку при температуре 220...230<sup>0</sup>С. Продолжительность выпечки составляет 25...30 минут.

Результаты оценки показателей качества хлеба, приготовленного с применением 6% экструдата гречихи к массе пшеничной муки высшего сорта, приведены в табл.1. При этом в качестве контрольного образца использовался хлеб, выпеченный с добавлением 6% измельченной экструдированной гречневой крупы.

Таблица 1 – Показатели качества пшеничного хлеба с добавлением экструдата гречихи

Показатели хлеба	Контрольный образец	Опытный образец
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100г	334,0	341,0
Пористость, %	70,0	74,0
Влажность, %	42,0	42,0
Кислотность, град.	2,1	2,1
Формоустойчивость, Н:Д	0,39	0,41
Срок хранения без изменения внешнего вида и вкуса, ч	54	59

Для получения тонкодисперсных порошков из тыквы, семян тыквы, кураги, чернослива и березового гриба чаги [3,4,5], используемых в качестве обогатителей ржано-пшеничного и пшеничного хлеба и других хлебобулочных и мучных кондитерских изделий использовалась следующая технология:

- получение кусочков кураги, чернослива, чаги и ломтиков тыквы путем резания,

- сушка кусочков и ломтиков на универсальной туннельной конвейерной сушилке с направленным подводом ИК излучения,
- тонкое измельчение высушенных кусочков на механическом диспергаторе до порошкообразного состояния.

В дальнейшем полученные порошки обогатителей смешивались с мукой для получения сухой рецептурной смеси перед замесом теста в соответствии с требованиями разработанных технических условий и технологической инструкции для производства формового ржано-пшеничного и пшеничного хлеба «Белокаменский» [6,7].

Известно, что введение в традиционные рецептуры МКИ различных видов обогатителей может привести к изменению упругих и пластичных свойств сырья и полуфабрикатов, таких как предел прочности и текучести, и оказать влияние на технологические режимы обработки. Поэтому при добавлении в рецептуру теста какого-либо функционального обогатителя необходимо проводить исследования реологического поведения базового продукта и определять оптимальную долю добавки с тем, чтобы не вызвать ухудшения технологических режимов машинной обработки тестовой массы и предусмотреть меры по снижению адгезии и сил трения.

Анализ содержания микроэлементов и витаминов в этих добавках показал, что в них присутствуют элементы, способствующие профилактической и функциональной направленности. Так, например, порошок из березового гриба чаги (рис.1), плода тыквы и семян тыквы содержит необходимое количество селена, цинка и других микроэлементов и витаминов, необходимых для улучшения состояния организма человека.

Выбор в качестве обогатителя мучных изделий тыквы и ее семян обусловлен повышенным содержанием в ней необходимых микронутриентов и витаминов. Так, семена тыквы содержат от 32 до 63% жира, 32–38% белков. Энергетическая ценность семян тыквы составляет 530-560 ккал. Плод тыквы является низкокалорийным продуктом (25 ккал.). Содержание белков, жиров и углеводов в 100 г тыквы составляет малую долю: 1 - 0,1 - 4,2г соответственно, в то же время имеется значительное количество полезных для организма пищевых волокон.



*Рисунок 1 – Тонкоизмельченный порошок березового гриба чаги  
(размеры частиц 2-4 мкм)*

Экспериментальными исследованиями были установлены рациональные дозы внесения в тесто этих биологически активных добавок не только для хлебобулочных, но и для мучных кондитерских изделий, не ухудшающих реологические, структурно-механические и органолептические показатели теста и готовой продукции.

Тыква вносилась в тесто, как в виде тонкодисперсного высушенного порошка, так и в виде пюре, березовый гриб – в виде порошка (рис.1), семена тыквы в виде тонкоизмельченной вязкой массы.

В табл. 2 приведены рецептуры песочного теста, исследуемые в эксперименте.

Таблица 2 – Рецептуры песочного теста и количественное содержание обогатителя

Наименование сырья	Контрольный образец теста (по рецептуре из [102])	Обогатитель и доза его внесения на 500 г продукта, г			
		Порошок из березового гриба «Чага»	Порошок из тыквы	Пюре из тыквы	Порошок из семян тыквы
Вариант	1	2	3	4	5
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г	515,4	465,4 477,9 490,4	465,4 477,9 490,4	490,4 500,4 505,4	465,4 477,9 490,4
Обогатитель, г	-	50 37,5 25	50 37,5 25	20 15 10	50 37,5 25
Сахар-песок, г	206,2	206,2	206,2	206,2	206,2
Сливочное масло, г	309,3	309,3	309,3	309,3	309,3
Соль, г	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
Натрий двууглекислый, г	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Аммоний двууглекислый, г	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52

Изменение влажности тестовой массы в зависимости от внесенных добавок показано на рис. 2.

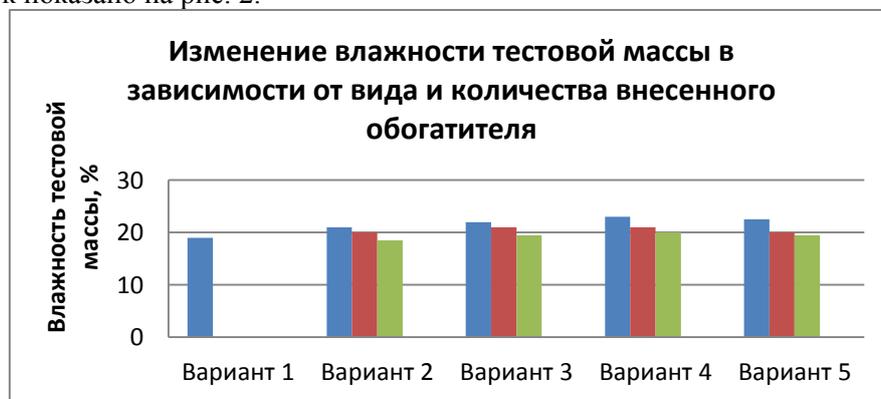


Рисунок 2 – Изменение влажности тестовой массы в зависимости от вида обогатителя и его количества

Можно видеть, что внесение в тесто пюре из тыквы увеличивает влажность тестовой массы в среднем на 13% за счет дополнительного содержания влаги в пюре. Порошок из семян тыквы также увеличивает влажность тестовой массы, но в несколько меньшей степени. Это объяснимо тем, что порошок из семян тыквы вносился в тесто в виде вязкой эмульсии. Некоторое увеличение влажности теста при внесении порошка из плода тыквы, видимо, можно объяснить тем, что данная добавка увеличивает влагоудерживающую способность с увеличением дозы внесения.

Реологические показатели теста приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Реологические показатели песочного теста

Вариант теста	Суммарная деформация, мм	Упругая деформация, мм	Пластическая деформация, мм	Параметр упругости теста	Предельное напряжение сдвига, Па
1	4,31	0,59	3,72	0,16	16,80
2	3,60	0,73	2,87	0,25	17,92
3	4,36	0,20	4,16	0,05	14,34
4	4,43	0,11	4,32	0,03	12,31
5	4,39	0,28	4,11	0,07	13,28

Наименьшая суммарная и пластическая деформация наблюдалась у теста с добавлением березового гриба, наибольшая – при добавлении в тесто пюре из тыквы.

Оценку адгезионных свойств теста проводили на лабораторной установке, схема которой представлена рис.2.

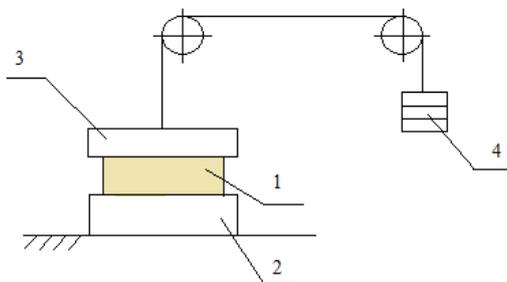


Рисунок 2 – Схема установки для оценки адгезионных свойств теста  
1 – образец теста, 2 – основание, 3 – верхняя пластина, 4 – груз

Условия проведения испытаний:

- рецептура теста по вариантам
- размеры образца теста, мм 100x50 x40
- размер верхней пластины, мм 120x60x1
- материал пластины и основания сталь 12Х18Н10Т
- шероховатость поверхности пластины, контактирующей с тестом,  $R_z$ , мкм 0,32
- неплоскостность основания и пластины, мм 0,05
- масса груза, г набор грузов 10...500г
- температура, °С 20

Методика проведения испытаний:

Подготавливали образцы теста с различным содержанием обогатителей – березового гриба, тыквы и семян тыквы (по три образца каждого вида). Образцы поочередно устанавливали на основание, накладывали верхнюю пластину, на которую помещали груз массой 50г и выдерживали в течение одной минуты. Затем груз с пластины снимали и на грузодержатель добавляли гири по 10 г, фиксируя момент отрыва верхней пластины от образца. Опыт повторяли трехкратно для каждого вида образцов.

Предварительно силу взаимодействия на границе контакта пластины и теста оценивали по формуле

$$P = f(N + p_0S),$$

где  $f$  – коэффициент трения «сталь-тесто»,  $N$  – сила нормального давления, Н;  $p_0$  – удельное давление при предварительной нагрузке образца, Н/м<sup>2</sup>;  $S$  – площадь контакта, м<sup>2</sup>.

В табл. 4 приведены результаты опытов по оценке адгезионных свойств образцов теста.

Таблица 4 – Значения силы взаимодействия на границе контакта «тесто-сталь»

Образец теста	Среднее значение силы отрыва из трех повторностей, Н	Дисперсия, Н	Среднее квадратичное отклонение, Н
Контрольный образец	15,6	0,34	0,58
Образец с добавлением 50г порошка березового гриба	15,8	0,17	0,42
Образец с добавлением 50г порошка тыквы	15,3	0,22	0,47
Образец с добавлением 20г пюре тыквы	17,0	0,7	0,84
Образец с добавлением 50г измельченных семян тыквы	12,3	0,22	0,47

Меньшее значение силы отрыва отмечено на образце теста с добавлением семян тыквы, что можно объяснить увеличением пластичности теста при добавлении в него жира от семян. Некоторое увеличение адгезии при добавлении в тесто пюре из тыквы связано с увеличением влажности теста и его большим сцеплением с поверхностью пластины, тогда как добавление порошка тыквы и порошка березового гриба практически повлияло на величину силы отрыва.

#### **Список литературы**

1. Романов А.С. и др. *Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность.* – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2005.
2. Шабурова Г.В., Курочкин А.А., Авроров Г.В., Сударикова В.В., Мурашкина О.А. *Способ производства хлеба. Патент РФ № 2460302. Оубл.10.09.2012г.*
3. Авроров Г.В., Ловцева В.В., Мурашкина О.А. *Об использовании биологически активных веществ в производстве мучных кондитерских изделий из песочного теста. Науч. метод. журнал: XXI век итоги прошлого, проблемы настоящего плюс. №06(22).* – Пенза: ПензГТУ, 2016. . – С.103-108.
4. Авроров Г.В., Елисеева Н.С., Таранцова Е.В., Ловцева В.В. *Об использовании натуральных обогатителей при производстве формового ржано-пшеничного и пшеничного хлеба. Сб. статей VII междунар. научн. практ. конф. «Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы».* – Пенза: Изд. ПДЗ. – 2013. – С. 15 – 18.
5. Ловцева В.В., Авроров В.А. *О применении березового гриба чаги в качестве биодобавки. Сб. статей VIII междунар. научн. практ. конф. «Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы».* – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 21 – 26.
6. Авроров Г.В. *ТУ 91134-001-65042162-11. Изделия хлебобулочные пшеничные «Белокаменские», обогащенные курагой и тыквой, 2011.*
7. Авроров Г.В. *ТУ 91134-001-65042162-11. Изделия хлебобулочные ржано-пшеничные «Белокаменские», обогащенные чагой, черносливом и тыквой, 2011.*

УДК 664.681

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КЕКСОВ  
СО ВТОРИЧНЫМИ ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ОВСА**

© *З.А. Бочкарева, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)*

**IMPROVEMENT MUFFIN MAKING TECHNOLOGIES  
WITH SECONDARY PRODUCTS PROCESSING OATS**

© *Z.A. Bochkareva, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье показана возможность расширения ассортимента дрожжевых кексов типа «Весенний» путем частичной замены пшеничной муки на овсяные отруби. Овсяные отруби введены в кексы в 20-30%. Замена части пшеничной муки на овсяные отруби в количестве 20-25% мало влияет на органолептические показатели разработанных изделий по сравнению с контрольным образцом. При этом происходит уменьшение массовой доли сахара, обогащение готовых изделий витаминами и минеральными веществами.

**Ключевые слова:** кексы, овсяные, отруби

The article views an opportunity of expanding an assortment of leavened muffins through partly replacement of wheat flour with oat bran. Oat bran puts into muffins in 20-30%. Substitution of wheat flour in an amount of 20-25% has a little influence on organoleptic qualities of developed products in comparison with a control sample. At the same time there is a reduction of the mass fraction of sugar, refining of finished products with vitamins and minerals.

**Key words:** muffins, bran, oat.

Мучные кондитерские изделия представляют собой большую группу высококалорийных пищевых продуктов, выпуск которых с каждым годом возрастает. Немалый процент приходится на долю кексов – 30%.

Ассортимент кексов представлен различными изделиями, что объясняется различиями рецептурного состава, а также технологическими особенностями приготовления. Несмотря на привлекательный внешний вид, кексы имеют высокую энергетическую ценность, несбалансированный химический состав. Для коррекции состава кексов, желательно снизить энергетическую ценность и повысить пищевую. Для этого кексы обогащают новыми видами сырья, богатыми витаминами, пищевыми волокнами, макро- и микроэлементами. В роли такого сырья служат бобовые, масличные, овощные, зерновые культуры, а также продукты их переработки [1,2,3,4].

Для разработки технологии кексов повышенной пищевой ценности выбран новый вид сырья – овсяные отруби. После исследований сырья, а также готовых изделий, будет доказана целесообразность использования овсяных отрубей при производстве кексов.

Овсяные отруби являются вторичным продуктом, образующимся во время помола овса. В состав овсяных отрубей входят части зерна, которые удаляются при помощи определенной технологии в процессе получения крупы высокого качества. Этими частями могут выступать семенная кожура или оболочка, эндосперм, алейроновый слой и частицы зародыша. Овсяные отруби отличаются высоким содержанием клетчатки – около 15%, часть которой представлена в водорастворимой форме. Это является основным достоинством и отличительной особенностью овсяных отрубей от остальных своих собратьев – отрубей из пшеницы, ржи и т.д. Отруби благотворно воздействуют на человека – попадая в кишечник, они связывают жирные кислоты и таким образом снижают уровень холестерина и предупреждают развитие атеросклероза [5].

Овсяные отруби характеризуются достаточно высокой биологической ценностью, в их белках содержатся 14 аминокислот, 8 из которых – незаменимые. В целом в составе овсяных отрубей обнаруживается до 17% белков, отличающихся довольно редким набором аминокислот. Только для отрубей данного вида характерно высокое содержание незаменимой аминокислоты – лизина. В жирах овсяных отрубей содержатся насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты. Также овсяные отруби богаты минеральными веществами, такими как железо, фосфор, кальций, селен и т.д. [5]. Среди витаминной группы можно выделить витамины РР, Е, К и В. Своей полезностью овсяные отруби также обязаны  $\beta$ -глюканам, сложным углеводам, состоящим из молекул обычной глюкозы соединённых между собой крепчайшими молекулярными связями. Ферменты желудочно-кишечного тракта человека не способны эти связи разрушить. И  $\beta$ -глюканы, прихватив с собой остатки не усвоенной пищи, шлаки, холестерин и ненужные отложения выводят их из организма [6].

**Цель исследования** заключалась в изучении возможности использования овсяных отрубей в производстве кексов.

**Задачи исследования:** исследование химического состава овсяных отрубей, установление рационального количества и влияния овсяных отрубей на физико-химические и органолептические свойства готовых кексов; определение витаминного и минерального состава разработанных кексов.

Физико-химические исследования свойств овсяных отрубей проводились в испытательной лаборатории по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства ФГБУ ГЦАС «Пензенский».

В соответствии с протоколом испытаний результаты органолептических и физико-химических исследований свойств овсяных отрубей представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели свойств овсяных отрубей

Наименование показателя	Результаты исследования
Органолептические показатели	Частицы различные по форме и величине, цвет – светло-коричневый с белыми включениями, запах – свойственный отрубям, без посторонних запахов, вкус свойственный отрубям, без посторонних привкусов. Отруби без посторонних примесей.
Массовая доля влаги, %	3,38
Массовая доля белка, %	14,37
Массовая доля клетчатки, %	15,4
Массовая доля жира, %	6,9
Массовая доля золы, %	2,44
Углеводы, %	55,5
Кислотность, град	3

**Объекты и методы исследования.** В исследованиях использовали традиционное для кексов сырьё: муку пшеничную высшего сорта – ГОСТ Р 52189-2003; сахар-песок – ГОСТ 21-94; масло сливочное – ГОСТ 32261-2013; яйца куриные пищевые – ГОСТ 31654-2012; дрожжи прессованные – ГОСТ Р 54731-2011; воду питьевую – СанПиН 2.1.4.1074-2001; соль поваренную пищевую – ГОСТ Р 51574-2000; изюм – ГОСТ 6882-88. В качестве сырья, традиционно не применяемого при производстве кексов, использовали: отруби овсяные пищевые – ТУ 9295-003-14428523-2012.

Для определения физико-химических, органолептических показателей сырья и готовой продукции применялись общепринятые методики, лабораторное оборудование и измерительные приборы.

**Результаты и их обсуждение.** Реализация технологического процесса приготовления изделий осуществлялась в соответствии со сборником технических нормативов для предприятий общественного питания. В качестве контрольного образца использована рецептура № 88 «Кекс» Весенний». При приготовлении экспериментальных образцов часть муки заменяли на овсяные отруби – 20 %, 25 % и 30 % от массы муки по рецептуре. Овсяные отруби дополнительно измельчались на кофемолке до состояния муки.

Результаты исследований физико-химических свойств кексов с овсяными отрубями представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели кекса с овсяными отрубями

Показатели	Контрольный образец	Процент замены муки пшеничной высшего сорта на отруби овсяные		
		20 %	25 %	30 %
Массовая доля влаги, %	18	17,4	16,8	16,2
Кислотность, град	2,5	2,7	2,8	2,9
Массовая доля сахара, %	25,9	25,5	25,4	25,2
Массовая доля жира, %	14,3	14,8	15	15,1

По данным таблицы можно сделать вывод, что с увеличением количества овсяных отрубей массовая доля влаги уменьшается, так как овсяные отруби обладают высокой водоудерживающей способностью. Чем больше процентное содержание овсяных отрубей в готовых изделиях, тем меньше массовая доля влаги; кислотность увеличивается при замене муки овсяными отрубями, так как кислотность муки пшеничной высшего сорта меньше, чем кислотность овсяных отрубей; массовая доля сахара снижается, так как содержание углеводов в муке больше, чем в овсяных отрубях, следовательно, при замене муки овсяными отрубями будет наблюдаться снижение сахара в изделиях; массовая доля жира увеличивается, так как содержание жира в овсяных отрубях больше, чем в муке. Жиры овсяных отрубей относятся к ненасыщенным и поэтому вреда здоровью не причиняют, что нельзя сказать про жиры, входящие в состав исходной рецептуры.

Органолептические исследования свойств кексов с овсяными отрубями проводили по следующим показателям: внешний вид, цвет, вкус, запах, структура. Данные исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели кексов с овсяными отрубями

Показатели	Контрольный образец	Процент замены муки пшеничной высшего сорта на отруби овсяные		
		20 %	25 %	30 %
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью	Поверхность слабо выпуклая	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью
Состояние корок	Поверхность шероховатая, без трещин и подрывов	Поверхность шероховатая, без трещин и подрывов	Поверхность шероховатая, незначительное наличие трещин	Поверхность шероховатая, имеются трещины и подрывы
Цвет корки	Равномерный, золотисто-коричневый	Равномерный, золотисто-желтый	Равномерный, золотистый	Равномерный, золотисто-коричневый

Состояние мякиша	Мягкий, нежный	Мягкий, нежный, без пустот и закала, без следов непромеса	Мягкий, без пустот и закала, без следов непромеса	Жестковат, немного суховат, без пустот и закала
Цвет мякиша	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтовато-серым оттенком	Присутствует сероватый оттенок
Пористость	Мелкая, равномерная	Мелкая пористость, равномерная	Пористость укрупняется	Пористость более крупная
Запах	Свойственный данному изделию, без посторонних запахов	Запах, свойственный данному изделию	Слабо выраженный аромат овсяных отрубей	Выраженный аромат овсяных отрубей
Вкус	Свойственный данному изделию сладкий вкус, без посторонних привкусов	Сдобный вкус, наличие овсяных отрубей ощущается незначительно	Ощущается наличие овсяных отрубей	Хорошо чувствуется наличие овсяных отрубей, кекс суховат

На основании проведенных органолептических показателей можно сделать следующие выводы: при внесении овсяных отрубей в количестве 20 % и 25 % от массы муки особых изменений не наблюдается, все органолептические показатели приближены к контрольному образцу, за исключением формы в образце с 20 %-ым содержанием овсяных отрубей. Форма имеет слабовыраженный усеченный конус, т.к. тесто с наименьшим вложением овсяных отрубей склонно к расплывчатости, в других образцах такого не наблюдается, потому что отруби хорошо удерживают влагу; при внесении отрубей в количестве 30 % от массы муки наблюдаются изменения вкусовых характеристик: появляется ярко-выраженный вкус отрубей, мякиш становится более сухим, пористость – крупная, неравномерная.

Изучив органолептическую оценку кексов с овсяными отрубями можно сделать вывод, что все образцы имеют похожие показатели и незначительные различия.

На основании расчетных данных проведен сравнительный анализ содержания витаминов, макро- и микроэлементов в готовых изделиях с овсяными отрубями и готовыми изделиями, приготовленными без добавок.

Полученные данные представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Минеральный состав кексов

Наименование минеральных веществ	Контрольный образец	Процент замены муки пшеничной высшего сорта на отруби овсяные		
		20 %	25 %	30 %
Натрий, мг/%	84,2	83,6	83,4	83,2
Калий, мг/%	110,1	157,5	169,3	181,2
Кальций, мг/%	22,1	26,4	27,5	28,5
Магний, мг/%	17,1	40,4	46,3	52,1
Фосфор, мг/%	77,2	146,3	163,6	180,9
Железо, мг/%	1,1	1,6	1,7	1,8

По результатам таблицы можно сделать выводы: содержание макро- и микроэлементов в кексах с увеличением процентного содержания овсяных отрубей – увеличивается. Например, при 20 %-ном содержании овсяных отрубей наблюдаются следующие изменения: натрий по сравнению с контрольным об-

разцом уменьшается на 0,5%; калий и железо увеличивается на 43%, кальций – на 20%; магний увеличился почти в 2,5 раза, а фосфор вдвое. При 25 %-ном содержании овсяных отрубей наблюдаются следующие изменения: натрий по сравнению с контрольным образцом уменьшается менее чем на 1%; калий и железо увеличивается на 55%, кальций – на 25%; магний увеличился чуть более чем в 2,5 раза, а фосфор более чем в 2 раза. При 30 %-ном содержании овсяных отрубей наблюдаются следующие изменения: натрий по сравнению с контролем уменьшается на 1%; калий и железо увеличивается на 65%, кальций – на 29%; магний увеличился втрое – на 205% и фосфор почти в 2,5 раза.

Во всех образцах, где заменяли часть муки овсяными отрубями, наблюдались улучшения минерального состава кексов. Содержание макро- и микроэлементов увеличивалось. Чем больше процентное содержание овсяных отрубей, тем лучше минеральный состав готовых изделий. Единственный макроэлемент – натрий, незначительно уменьшается, так как содержание его в муке больше, чем в овсяных отрубях. В муке натрия содержится 10 г, а в овсяных отрубях – 4 г. Таким образом, овсяные отруби способствуют обогащению минерального состава изделий.

Витаминный состав контрольного образца и готовых изделий с овсяными отрубями представлен в табл. 5.

Таблица 5 – Содержание витаминов в кексах

Наименование витаминов	Контрольный образец	Процент замены муки пшеничной высшего сорта на отруби овсяные		
		20 %	25 %	30 %
Витамин В <sub>1</sub> , мг/100г	0,11	0,22	0,25	0,27
Витамин В <sub>2</sub> , мг/100г	0,11	0,12	0,12	0,13
Витамин РР, мг/100г	0,93	0,9	0,89	0,89

Анализируя таблицу, можно сказать, что витаминный состав кексов с добавлением овсяных отрубей – улучшается. Так, при замене муки 20 % овсяных отрубей получаем следующие результаты: содержание витамина В<sub>1</sub> увеличивается ровно в 2 раза; витамина В<sub>2</sub> – на 10%; при этом уменьшается содержание витамина РР на 3%. При замене муки 25 % овсяных отрубей происходят следующие изменения: содержание витамина В<sub>1</sub> увеличивается менее чем в 2,5 раза; витамин В<sub>2</sub> – на 10%; содержание витамина РР уменьшается на 4%. При замене части муки пшеничной на овсяные отруби в количестве 30% показатели по витаминному составу также улучшаются.

Из данных таблиц 4,5 видно, что при замене пшеничной муки на овсяные отруби происходит обогащение минерального и витаминного состава кексов.

Таким образом, данными исследованиями показана целесообразность применения овсяных отрубей в дрожжевых кексовых изделиях.

#### **Список литературы**

1. *Жаркова И. Нетрадиционное растительное сырье в технологии кексов / И. Жаркова, Т. Малютина, Е. Ахтемиров // Хлебопродукты. – 2011. – №8. – С. 40-41.*
2. *Пат. 2567199 Российская Федерация С1 МПК А23D13\08. Способ приготовления кекса с экструдатом пшеничных отрубей / Бочкарева З.А., Фирсова Н.В., Пчелинцева О.Н., Сарафанкина Е.А. // Заявл. 23.062014; опубликовано 10.11.2015, бюл. № 31-бс.*
3. *Шленская Т.В. Экструдат пшеничных отрубей в производстве кексов /*

- Т.В. Шленская, З.А. Бочкарева, Н.М. Шленская, В.П. Радченко // Кондитерское производство. – 2009. – № 6. – С. 10 – 11.*
4. *Паришутина И.Г. Кексы с добавками нетрадиционного растительного сырья / И.Г. Паришутина, Н.А. Батурина, М.В. Власова // Вестник ОрелГИЭТ. – 2012. – №4(22). – С. 169-174.*
  5. *Клиппа Д.В., Крюк Р.В. Разработка рецептур хлебобулочных изделий с использованием овсяных отрубей Материалы IV Международной Научной конференции «Пищевые инновации и биотехнологии». – Кемерово, 27 апреля 2016 г. С-308-309*
  6. *Мацейчик И.В. Применение продуктов переработки овса и порошков из местного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий /И.В. Мацейчик, И.О. Ломовский, А.В. Таурова // Вестник КрасГАУ. – 2014. – №10. – С. 200-206.*

**УДК 664**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КЕФИРА  
В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.**

© *А.В. Новикова, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)*

© *О.А. Мурашкина, Пензенский государственный технологический  
университет (г. Пенза, Россия)*

**THE STUDY OF THE PROCESS OF PRODUCTION OF KEFIR  
IN THE LATE XIX – EARLY XX CENTURIES**

© *A.V. Novikova, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© *O.A. Murashkina, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена вопросам исследования процессов производства кефира во второй половине 19 - начале 20 веков.

**Ключевые слова:** кисломолочные напитки, кефир, кефирная закваска, кефирные грибки, процесс сквашивания, микробиологические исследования

The article is devoted to the study of the processes of production of kefir in the second half of 19th - early 20th centuries.

**Key words:** milk drinks, kefir, kefir starter culture, kefir grains, fermentation process, a microbiological study

**E-mail:** nav367@yandex.ru

Такой кисломолочный напиток как кефир с древних времен распространен у народов Северного Кавказа, его прародиной считают окрестности Эльбруса. Способ получения кефира основан на процессе сквашивания, при котором под воздействием специальной закваски происходит изменение основных пищевых веществ молока. Традиционно напиток готовили в условиях домашних хозяйств для личного потребления, при этом он считался целебным, укрепляющим здоровье детей и стариков.

Во второй половине 19 в. целебными свойствами кефира заинтересовались представители медицинской общественности, и по их инициативе стали проводиться исследования, направленные на изучение этого напитка. Исследования кефира показали, что закваска вызывает в молоке молочнокислое и спиртовое брожение, т.е. действует на молочный сахар и белки. При этом лактоза

частично переходит в молочную кислоту, а частично в спирт и в углекислоту, а белки переходят в ацидальбумин и гемиальбумозу. Этими изменениями и обуславливается более легкая переваримость кефира в сравнении с молоком. Полезные качества кефира обусловили интерес к нему как продукту, который можно изготавливать для лечебных целей. Однако для массового производства необходимо было исследовать закваску, используемую для приготовления кефира, и научиться ее культивировать.

В качестве закваски горцы использовали кефирные грибки, или кефирные зерна, передававшиеся в семьях из поколения в поколение. Добыть этих кефирных зерен для исследований было сложно, так как у горцев существовало поверье, что при дарении или продаже «зерна пророка» оставшаяся их часть обязательно погибнет. Сами же зерна, по некоторым сведениям, были когда-то найдены в дубовой кадке, употреблявшейся для приготовления айрана (напиток из коровьего молока, заквашиваемый с помощью фрагментов телячьего или бараньего желудка). По имеющимся данным, первое публичное сообщение о кефирной закваске в 1867 г. представил врач Джогин на заседании Кавказского медицинского общества. По его описаниям, кефирные грибки в высушенном состоянии представляют собой золотисто-желтые зерна неправильной формы с бугристой поверхностью величиной до размеров лесного ореха, и являются естественно сложившимся сообществом микроорганизмов. По поручению Кавказского медицинского общества доктор Шабловский и фармацевт Абель проводили микроскопическое исследование грибка. Результаты этих исследований были представлены в 1877 г., однако строение и характер микроорганизмов, встречающихся в кефирном зерне, на тот момент так и не были установлены. При этом кефирное зерно стали культивировать и продавать в аптеках, не только на Кавказе, но и в средней полосе России. Аптечные кефирные зерна продавали как в размоченном, так и в сухом виде.

Только в 1881 г. молодой ботаник Э. Керн сделал первое научное описание зерен кефира. По данным его микроскопических исследований, масса кефирного зерна состоит из переплетающихся нитевидных бактерий и клеток *Sacharomycescervisiae* Meyen. Керн относит свои бактерии к группе нитевидных бактерий (*Desmobacteria*), но так как они дают не одну, а две споры, чем отличается от остальных видов нитевидных бактерий, то он и назвал ее *Disporacaucasica*. Доктор В. Штанге в 1886 г. кроме этих бактерий в периферической части кефирного зерна выделил молочнокислые бактерии. Эти виды бактерий (*Sacharomycescervisiae*, *Disporacaucasica* и бактерия молочнокислого брожения) и небольшое количество кокковых образований составляют постоянные составные части кефирного грибка. Каждому из перечисленных микроорганизмов принадлежит определенная роль в образовании напитка. К концу 19 в. было проведено значительное количество исследований, как кефирных зерен, так и самого напитка (Биль, Подвысоцкий, Дмитриев, Соболев, Цопф, Боголюбов, Фрейденрейх, Шмидт и др.). По наиболее полному исследованию Фрейденрейха (1897 г.) в состав кефирных грибков входят следующие виды микроорганизмов: *SacharomycesKefir*, *Disporacaucasica* (*BacillusCaucasicus*), *Streptococcus*.

Параллельно с изучением кефирных зерен разрабатывались технологические приемы сохранения зерен, производства закваски и самого кефира. Стал развиваться городской, или бутылочный способ производства кефира в противовес традиционному бурдючному, или аульному способу. Принципиальная разница этих способов заключается в том, что традиционно кефир готовится в бурдюках и не закрывается герметично, а в городских условиях используют

стеклянные бутылки или графины, которые плотно закупориваются. Сравнительный анализ химического состава кефира, полученного разными способами провел доктор Биль (1886 г.). Содержание некоторых пищевых веществ в 3-х дневном кефире аптечного и аульного производства представлено в табл.1.

Таблица 1 – Содержание продуктов разложения веществ молока в 3-х дневном кефире

Кефир	Содержание пищевых веществ, в 100 частях		
	Молочная кислота	Молочный сахар	Казеин
Аптечный	0,6525	3,0940	2,9975
Собственного приготовления (аульный)	0,7020	2,7500	2,3080

Также Биль исследовал состав белковой части кефира (табл.2).

Таблица 2 – Содержание белковых веществ в 3-х дневном кефире

Кефир	Содержание, в 100 частях				
	Казеин	Альбумин	Ацидальбумин	Гемияльбумоза	Пептоны
Аптечный	80,20	0,00	6,69	10,93	2,18
Собственного приготовления (аульный)	77,37	7,04	7,14	8,45	0,00

Полученные данные показывают, что в кефире собственного приготовления содержится больше молочной кислоты, а в аптечном – больше лактозы и казеина. В белковых веществах аульного кефира имеется альбумин и отсутствуют пептоны. Суммарное содержание удобоваримых белковых веществ в аульном кефире выше по сравнению с аптечным.

С целью улучшения вкуса доктор Соболев предложил способы приготовления обогащенного кефира – железистого и пепсинного. Для приготовления железистого кефира в каждую бутылку перед ее закупориванием следовало прибавить два грамма молочнокислого железа и пять грамм молочного сахара, а для приготовления пепсинного кефира в бутылку добавляли пять грамм пепсина, предварительно обработанного эфиром. Эти виды кефира были вкуснее обычного, хорошо переносились больными в любых количествах.

К началу 20 в. кефир приобрел большую популярность, были разработаны методики лечения кефиром (Штанге, Дмитриев, Соболев). На Кавказе открылись несколько лечебниц, где успешно проводилась кефирная терапия, и поэтому Всероссийское общество врачей обратилось к молокозаводчику В.И. Бландову с просьбой наладить производство целебного молочного напитка в Москве. В результате в 1908 г. братья Бландовы организовали первый завод по производству кефира, который первоначально использовался только в лечебных целях, но затем была организована его продажа просто как напиток.

Исследования кефира продолжались и при Советской власти. Так, с целью разработки промышленной технологии производства полезного напитка в 1927 г. Северо-Кавказский Горский Научно-Исследовательский Институт приступил к исследованию кефирных грибков в карачаевских окрестностях Эльбруса. Именно Карачай считался местом зарождения кефирных зерен, несмотря на распространенность кефира также в Балкарии, Осетии и Кабарде. Одной из задач исследования было создание института кефирного зерна в одном из Карачаевских аулов, где предполагалось проводить научные исследова-

ния полезных особенностей местного кефира и изготавливать в массовом количестве кефирные зерна «для широкого распространения среди населения, а также для экспорта за границу». Изучение кефирного грибка на местности проводили доцент Северо-Кавказского Университета Л.И. Волков и заведующий Санитарно-Гигиенической лабораторией доктор А.И. Амиантов. Была организована экспедиция в высокогорные районы Карачая (перевал Клухорской, ущелья Домбая), где были получены наиболее чистые образцы кефирных грибков, как в виде сухих зерен, так и в виде жидких заквасок. Следует отметить, что экспедиции удалось добыть всего 8 образцов, что косвенно подтверждает легенды о запрете передавать «зерна пророка» чужеземцам. Далее изучали микробиологический состав кефирных зерен, а также проводили сравнительный анализ добытых высокогорных образцов с уже имеющимися «равнинными», или аптечными. По результатам исследований Л.И. Волкова, в состав кефирных зерен входят *Torula kephir*, *Bacillus acidilactici kephiri*, *Bacterium acidilactici Leichmanni* кокки в качестве примесей. При этом высокогорные и равнинные формы различались размерами и количеством клеток микроорганизмов. В целом высокогорные зерна были более продуктивными относительно равнинных образцов.

Исследования кефирных заквасок и процессов приготовления кефира, проведенные во второй половине XIX – начале XX вв., сыграли важную роль в создании предпосылок для индустриализации молочной отрасли, разработки промышленных технологий и создания высокопроизводительных машин и аппаратов.

#### **Список литературы**

1. Новикова А.В. *История развития пищевых производств: Учебное пособие.* – Пенза: Изд. ПГТА, 2007. – 103с.
2. *Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона.* / <http://www.vehi.net/brokgauz/>
3. Дьячков-Тарасов А.Н. *Карачаевские кефирные зерна и перспективы их эксплуатации // Бюллетень С.-К. Краевого Горского Научно-Исследовательского Института, 1927, №№ 2-4, с. 56 – 62.*
4. Волков Л.И. *Карачаевский кефирный грибок // Записки Сев.-Кав. Краевого Горного НИИ, 1929, №2, с.55 – 60.*

---

---

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРАХ

---

УДК 519.2

## ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ДЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОРАЧИВАЕМОСТИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБАСТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

© *Ж.Н. Зенкова, Томский государственный университет  
(г. Томск, Россия)*

© *Н.В. Гуров, Томский государственный университет  
(г. Томск, Россия)*

## CONFIDENTIAL INTERVALS FOR TURNOVER RATIOS OF CURRENT ASSETS USING ROBUST ESTIMATING

© *Z.N. Zenkova, Tomsk State University (Tomsk, Russia)*

© *N.V. Gurov, Tomsk State University (Tomsk, Russia)*

Анализ показателей оборачиваемости оборотных средств является важной составляющей при принятии решений в процессе управления любым предприятием, особенно производственным и торговым. В данной работе методом бутстреп для реальных данных о запасах и выручке крупного производственного предприятия г. Томска получены доверительные интервалы таких показателей оборачиваемости, как коэффициент оборачиваемости и оборот, при этом для повышения качества оценивания был исключен выброс и использовалось усеченное справа среднее – робастная оценка средней стоимости оборотных активов. Предприятию даны практически значимые рекомендации.

**Ключевые слова:** оборачиваемость оборотных средств, робастное оценивание, доверительный интервал, усеченное среднее, метод бутстреп.

Turnover ratios' analysis is an essential part of decision making processes in any enterprise, especially, for production and retail companies. In the paper, confidential intervals for the velocity and the period of turnover are obtained by means of bootstrap method based on the real data set about revenue and inventory values of a large-scale Tomsk Production Company. The right trimmed mean as a robust estimator of the mean inventory value was used for improvement of estimation quality. Some useful practical suggestions and recommendations were given to the company.

**Key words:** current assets turnover, robust estimation, confidential interval, trimmed mean, bootstrap method

Качество управления оборотными активами предприятия во многом определяет его коммерческий успех и базируется на расчетах таких показателей, как *коэффициент оборачиваемости (КО)* и *оборот (О)* [3, 6], которые определяются следующим образом:

$$КО = \frac{TR}{\bar{X}},$$

где  $TR$  – суммарный объем реализации за год (руб./год),  $\bar{X}$  – средняя стоимость вложений в оборотные активы (руб.). Показатель  $КО$  показывает, сколько раз в течение года возвращались вложенные в оборотный капитал средства, значение оборота

$$O = \frac{365}{KO}$$

определяет длину каждого оборотного цикла или количество дней, в течение которых «замораживаются» средства в размере  $\bar{X}$ .

Чаще всего средняя стоимость  $\bar{X}$  рассчитывается на основе данных о стоимости оборотных средств на начало каждого месяца год  $X_1, X_2, \dots, X_{12}, X_{13}$ , где  $X_1$  и  $X_{13}$  – январские значения,  $X_2$  – февральское, и т.д., при этом используется формула [3]:

$$\bar{X}^K = \frac{1}{2}(X_1 + X_{13}),$$

которая далеко не всегда адекватно отображает средний уровень стоимости запаса в течение года [5], также при расчете средней стоимости оборотных активов используется арифметическое среднее

$$\bar{X} = \frac{1}{13} \sum_{i=1}^{13} X_i.$$

Заметим, что данные оценки не учитывают наличие выбросов, происходящих, например, на праздничные и предпраздничные дни, когда многие предприятия создают дополнительные запасы для покрытия всплесков спроса. При этом выбросы могут существенно завышать значение средней стоимости запаса и вносить помехи в расчеты показателей, нацеленные проанализировать оборачиваемость в обычные, не связанные с праздниками или другими всплесками продаж периоды работы предприятия.

В такой ситуации целесообразно исключить выбросы из выборки, что и позволяет сделать робастное оценивание [9]. В работе [4] к реальным данным о выручке и стоимости запасов крупного производственного предприятия г. Томска, приведенным здесь в таб. 1 и взятым из статьи [5], применялось усеченное справа среднее

$$\bar{X}^* = \frac{1}{11} \sum_{i=1}^{11} X_{(i)},$$

где  $X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(12)}$  – вариационный ряд, построенный по исходной выборке  $X_1, X_2, \dots, X_{12}$ .

Таблица 1 – Масштабированные данные о стоимости запасов и выручке производственного предприятия г. Томска за 2013 г.

Месяц	Объем реализации, тыс. руб./мес.	Стоимость запасов на конец месяца, тыс. руб.
январь	343 281,9	157 188,79
февраль	500 587,2	211 566,90
март	627 897,5	218 691,46
апрель	653 847,7	345 808,36
май	694 879,0	317 601,25
июнь	644 220,6	331 117,79
июль	774 122,4	490 150,71
август	584 331,7	278 853,91

сентябрь	556 282,6	277 191,10
октябрь	521 414,9	275 095,37
ноябрь	478 678,3	186 046,09
декабрь	760 155,2	297 387,90
итого выручка, руб./мес.	7 139 698,9	–

Наличие выброса  $X_6 = 490150,71$  было установлено с помощью критерия Граббса [2,8], базирующегося на статистике

$$G = \frac{1}{S} \cdot \max_{i=1, N} (X_i - \bar{X}),$$

где

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

– выборочное среднеквадратическое отклонение (СКО),  $N = 12$  – количество наблюдаемых значений. При этом считается, что один выброс сверху в выборке есть, если

$$G > G^* = \frac{N-1}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{t_{\frac{\alpha}{N}, N-2}^2}{N-2 + t_{\frac{\alpha}{N}, N-2}^2}}.$$

Здесь  $t_{\frac{\alpha}{N}, N-2}$  – квантиль уровня  $\frac{\alpha}{N}$   $t$ -распределения Стьюдента

с количеством степеней свободы  $N-2$ . Табулированные значения процентных точек критерия Габбса приведены в [8].

Было получено, что  $G = 2,468$ , при этом для  $\alpha = 0,05$  и  $N = 12$   $G^* = 2,285$ . Нормальность исходных значений подтверждена критерием Шапиро-Уилка [7] на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Таким образом, робастная оценка средней стоимости запаса

$$\bar{X}^* = 263322,63 \text{ руб.}$$

Заметим, что, согласно рис. 1, запас был далеко не постоянен во времени, следовательно, использование классического значения  $\bar{X}^K = 227288,34$  руб. дает слишком радужный результат, однако арифметическое среднее  $\bar{X} = 282224,97$  руб. приводит к слишком пессимистическим итогам, т.к. в расчете присутствует выброс.

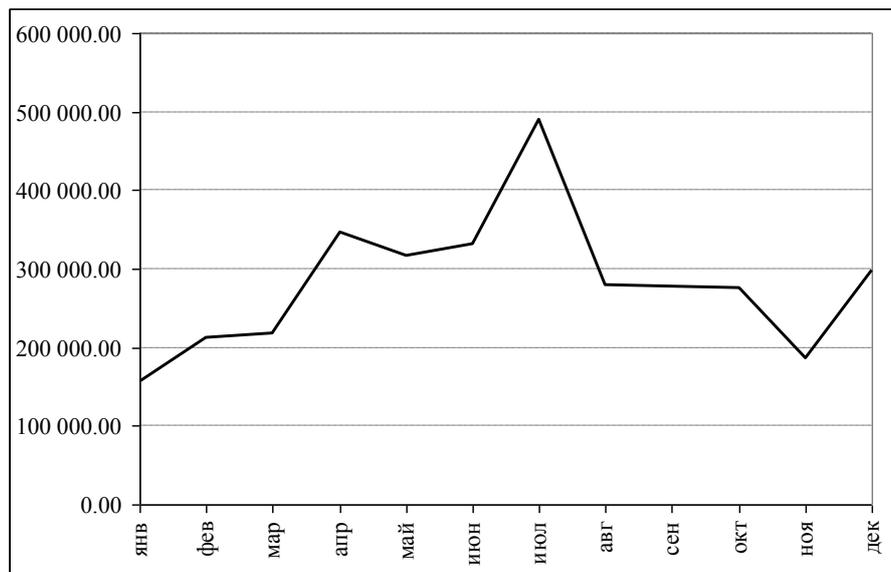


Рисунок 1 – Стоимость запасов на конец месяца, тыс. руб.

В итоге робастная оценка коэффициента оборачиваемости была рассчитана следующим образом:

$$KO^* = \frac{TR}{X^*} = 27,11 \approx 27 \text{ раз в год,}$$

при этом оборот составил

$$O^* = \frac{365}{KO^*} = 13,46 \approx 14 \text{ дней.}$$

Заметим, что значение коэффициента оборачиваемости округляется вниз, а оборот – вверх, т.к. кредитование и инвестирование с точностью до часов на практике не используется.

Далее к исходным данным, из которых был исключен выброс, применялся метод размножения выборок бутстреп [1], позволяющий найти распределение статистики (3), числовые характеристики и доверительные интервалы для них. Параметр моделирования, т.е. количество моделируемых методом выборок,  $M = 10^5$ .

На рис. 2 приведена схематичная гистограмма распределения статистики (3), представляющая собою частоты попадания бутстреп-статистик в интервалы группирования, и соответствующая плотность нормального распределения.

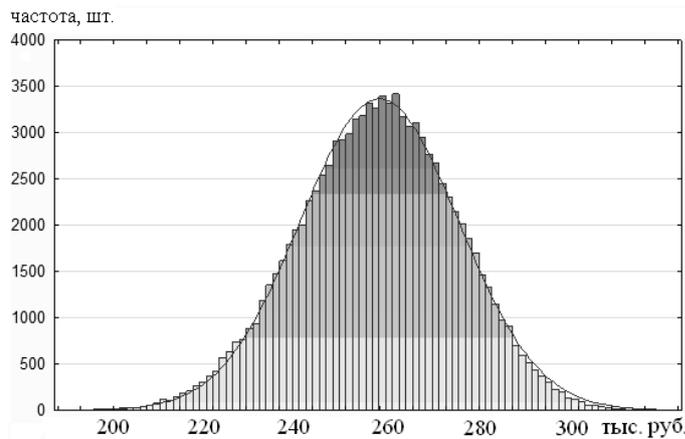


Рисунок 2 – Распределение частот статистики  $\bar{X}^*$ , полученное методом бутстреп, параметр моделирования  $M = 10^5$

Заметим, что, несмотря на существенное сходство, нормальность полученного распределения не подтвердилась, однако бутстреп-моделирование позволило оценить математическое ожидание оценки

$$E\{\bar{X}^*\} = 263330,51 \text{ руб.},$$

ее дисперсию

$$D\{\bar{X}^*\} = 3137657440,0 \text{ (руб.)}^2$$

и среднее квадратическое отклонение

$$\sqrt{D\{\bar{X}^*\}} = 56014,8 \text{ руб.}$$

Доверительные интервалы для среднего могут быть получены путем использования порядковых статистик итоговых бутстреп-данных. Для вычисления 90 % интервала в качестве границ нужно взять  $\bar{X}^*(5000)$  и  $\bar{X}^*(95000)$  – 5 000-ю и 95 000-ю порядковые статистики из вариационного ряда – упорядоченного по возрастанию набора бутстреп-статистик, количество которых равно параметру моделирования  $M = 100\,000$ .

В данном случае

$$\bar{X}^*(5000) = 233\,582,35 \text{ руб.},$$

$$\bar{X}^*(95000) = 292\,086,23 \text{ руб.},$$

что позволяет получить доверительные интервалы с уровнем доверия 90 % для коэффициента оборачиваемости и оборота:

$$24,44 \leq KO \leq 30,57,$$

$$11,94 \leq O \leq 14,93,$$

т.е., с вероятностью 0,9 или 90 % на данном предприятии коэффициент оборачиваемости находится в пределах от 24 до 30 раз в год, а оборот – от 12 до 15 дней.

Таким образом, в работе с помощью бутстреп-моделирования получены доверительные интервалы для таких показателей оборачиваемости оборотных средств как коэффициент оборачиваемости и оборот, рассчитанных с применением робастной оценки среднего, а именно, усеченного справа среднего. В результате менеджеры предприятия получили более четкое представление о процессе оборачиваемости и смогли скорректировать подходы к инвестированию в оборотные активы, повысив эффективность управления финансовыми ресурсами за счет более высокой точности и надежности расчетов.

#### **Список литературы**

1. Efron, B. *Bootstrap methods: Another look at the jackknife* // *The Annals of Statistics* 7, 1979. С. 1-26.
2. Grubbs F. E. *Sample criteria for testing outlying observations. Annals of Mathematical Statistics*, 1950, № 21 (1). P. 27–58.
3. Гаджинский А. М. *Логистика: учеб. 17-е изд., перераб. и доп. М.: Дашков и К, 2008.*
4. Гуров Н.В., Зенкова Ж.Н. *Робастная оценка среднего в анализе оборачиваемости оборотных средств предприятия /Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. Материалы V Международной молодежной научно-практической конференции. Саратов: Научная книга, 2016. С. 47-51.*
5. Зенкова Ж. Н., Макеева О. Б. *Применение методов обработки цензурированных данных при анализе оборачиваемости. Вестник науки Казахск. Агротехнич. Ун-та, №3 (82). Астана. 2014. С. 21-30.*
6. Зенкова Ж.Н. *Логистический подход в управлении предприятием. Уч.-метод. комплекс, Томск. Ун-т, 2012.*
7. Кобзарь А. И. *Прикладная математическая статистика для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.*
8. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г., Шеффер М. *Многомерный статистический анализ в экономике. Учеб. Пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999.*
9. Шуленин В. П. *Математическая статистика. Ч.3. Робастная статистика: учебник. Томск: Изд-во НТЛ, 2012. 520 с.*

УДК 664.681

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ И СМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ  
КОМПОНЕНТОВ**

- © **Д.Г. Старшов**, *Энгельсский технологический институт (филиал)  
Саратовского государственного технического университета  
имени Гагарина Ю.А. (г. Энгельс, Россия)*
- © **В.М. Седелкин**, *Энгельсский технологический институт (филиал)  
Саратовского государственного технического университета имени  
Гагарина Ю.А. (г. Энгельс, Россия)*
- © **Г.И. Старшов**, *Энгельсский технологический институт (филиал)  
Саратовского государственного технического университета  
имени Гагарина Ю.А. (г. Энгельс, Россия)*
- © **А.И. Никитин**, *Энгельсский технологический институт (филиал)  
Саратовского государственного технического университета  
имени Гагарина Ю.А. (г. Энгельс, Россия)*

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AUTOMATED DEVICE  
FOR DRY COMPONENTS DOSING AND MIXING**

- © **D.G. Starshov**, *Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical  
University named after Gagarin Y. A. (Engels, Russia)*
- © **V. M. Sedelkin**, *Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical  
University named after Gagarin Y. A. (Engels, Russia)*
- © **G. I. Starshov**, *Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical  
University named after Gagarin Y. A. (Engels, Russia)*
- © **A. I. Nikitin**, *Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical  
University named after Gagarin Y. A. (Engels, Russia)*

В работе предлагаются конструкции дозатора и смесителя сыпучих компонентов для приготовления рецептурной смеси в вакуумированной среде. Наличие вакуума обеспечивает создание перепада давления для транспортирования сыпучей смеси из одной емкости в другую, а также освобождение смешиваемых масс от пузырьков воздуха.

В результате повышается точность дозирования сыпучих компонентов и качество получаемой рецептурной смеси, снижается время смешивания, а также удельные энергозатраты на единицу продукции.

**Ключевые слова:** Сыпучие компоненты, дозатор, точность дозирования, смеситель, рецептурная смесь, вакуум, энергозатраты.

The project proposes the design of a dispenser and faucet for dispensing loose components and mixing them in a vacuum environment for preparation of a mixture with prescribed composition. Presence of the vacuum creates pressure differential for loose mixture movement during dosing and transporting granular mixture from one container to another, deaeration of the mixed mass from air bubbles.

The objective of this work is to improve accuracy of the bulk components dosing and the produced mixture quality, to reduce the specific energy consumption per unit of production and mixing time .

**Key words:** Loose components, dispenser, precision metering, mixer, , recipe mix, vacuum energy.

**E-mail:** starshov49@rambler.ru; mppnik@rambler.ru

Дозирование и смешивание сыпучих компонентов являются важнейшими операциями в процессе приготовления рецептурных смесей при производстве мучных кондитерских изделий [1].

Рецептурные смеси мучных кондитерских изделий, состоят из различных компонентов. Основой является мука, а остальные компоненты добавляются



Установка содержит загрузочный бункер 1, закрепленный на корпусе 2. Корпус снабжен верхним вращающимся диском 3 и нижним неподвижным жестко закрепленным диском 4. Верхний диск 3 соединен через муфту 5 и вал 6 с электродвигателем 8. На верхнем диске 3 установлен ворошитель с лопастями 7. На муфте 5 закреплен кулачок 9, который может воздействовать на концевой выключатель 10. В корпусе 2 имеется канал 11, который в верхней части совпадает с отверстием 12 в дисках 3 и 4.

Загрузочный бункер 1 с помощью патрубка 13 соединен с приемной емкостью смесителя 14, снабженного вакуумметром 15. Внутри смесителя 14 установлена мешалка 16 с приводом 17. В верхней части емкости смесителя 14 установлен фильтр 18, соединенный через трехходовой клапан 19 с ресивером вакуум-насоса или с атмосферой. В нижней части смесителя 14 установлен клапан 20 для выпуска отмеренной дозы сыпучего продукта. Во вращающемся диске 3 имеется одно или несколько отверстий, которые при вращении вала периодически открывают канал 11, по которому мука подается в смеситель 14 за счет перепада давления воздуха.

В табл. 1 приведена экспликация отверстий экспериментальной установки.

Таблица 1 – Экспликация отверстий экспериментальной установки

п/п	Обозначение отверстия	Назначение отверстий
1	Г	Для выхода на ресивер вакуумного насоса
2	В	Для выхода в атмосферу
3	Е	Для подачи сыпучего компонента
4	Д	Для выхода готовой смеси

Геометрические и кинематические параметры экспериментальной установки были следующими: объем загрузочного бункера и смесителя были равны 10 литрам, диаметры вращающегося и неподвижного дисков  $D_1=D_2=50$ мм; диаметр выпускного отверстия в дисках  $D_3=12$ мм; диаметр траектории вращения оси выпускного отверстия  $D_4=30$ мм; частота вращения подвижного диска  $n=60$ мин<sup>-1</sup>.

Эксперименты проводились следующим образом. После заполнения емкости загрузочного бункера 1, находящегося под атмосферным давлением, сыпучим компонентом, включался электродвигатель 8, который через муфту 5 и вал 6 обеспечивал вращение диска 3 с лопастями ворошителя 7. При этом лопасти рыхлили содержимое бункера 1, обеспечивая его хорошую сыпучесть и препятствуя сводообразованию продукта. При совмещении отверстий 12 вращающегося диска 3 и неподвижного диска 4 мука начинала поступать в смеситель 14 через совмещаемые отверстия дисков и через канал 11 в корпусе 2.

Во время работы дозатора в емкости смесителя 14 имелась возможность устанавливать и поддерживать различную величину разрежения среды вплоть до остаточного давления в 20 кПа. Величина разрежения контролировалась вакуумметром 15. При этом в бункере 1 и в смесителе 14 в исходном положении имело место атмосферное давление. В ходе опытов клапан 19 соединял емкость смесителя 14 с ресивером вакуум-насоса, создавалась разность давлений и при вращении верхнего диска 3, в момент совпадения выпускных отверстий в дисках 3 и 4, мука дозированными порциями подавалась в емкость смесителя 14. Количество поданных доз контролировалось счетчиком, соединенным с концевым выключателем 10. Производительность дозатора муки определялась весовым методом. Для набора

общей дозы муки вращающийся диск совершал 60 оборотов. Соответственно одна доза составляла 120г.

Давление в емкости загрузочного бункера  $P_1$  было равно 100кПа. Давление в емкости смесителя  $P_2$  изменяли от 90 до 20кПа, с фиксацией через каждые 10кПа.

При приготовлении вафельного теста используются различные рецептуры сыпучей смеси. В нашем случае рецептурная смесь для приготовления вафельного теста рассчитывалась на 7,5 кг вафельного теста и состояла из 3000 грамм муки и 60 грамм сахара. Остальные компоненты, предусмотренные рецептурой теста, вносили в эмульсию. Влажность теста составляла 58–65%. Среднее значение насыпной плотности муки  $\rho_m$  была равна 600 кг/м<sup>3</sup>.

Для сравнения с экспериментальными данными был также проведен теоретический расчет геометрических и кинематических параметров исследованного образца дозирующего устройства.

Расчетное давление в емкости загрузочного бункера  $P_1$  принято равным=100 кПа, давление в емкости  $P_2$  смесителя изменяли от максимального до  $P_2=20$ кПа

В процессе вращения верхнего диска отверстие изменяет свой размер и форму. Форма отверстия изменяется от двояковыпуклой линзы до полного круга, а затем происходит обратное изменение формы и размера отверстия.

Время истечения  $\tau_1$  дозируемого сыпучего продукта, которое равно среднему времени открытия выпускного отверстия при заданных параметрах дозирования, определяли по формуле:

$$\tau_1 = \frac{4 * \left( \arcsin \frac{D_3/2}{D_4/2} \right)}{360} = \frac{4 * \left( \arcsin \frac{6}{15} \right)}{360}, c; \quad (1)$$

где:  $D_3$  – диаметр отверстия, равный в нашем случае 12 мм;

$D_4$  – диаметр окружности оси вращения выпускного отверстия, равный 30мм.

Величину центрального угла сегмента выпускного отверстия  $\beta$  определяли по формуле:

$$\beta = 2 * \arccos \frac{D * \sin \left( \alpha_1/2 - n_1 * \frac{\alpha_1/2}{m} \right)}{D_3} \quad (2)$$

Где:  $n_1$  – количество пройденных углов смещения выпускного отверстия;

$\alpha_1$  – угол, при котором происходит открытие и закрытие отверстия.

Так как:

$$\sin \alpha_1/2 = \frac{D_3/2}{D_4/2} = \frac{D_3}{D_4}, \quad (3)$$

То:

$$\alpha_1/2 = \arcsin \frac{D_3}{D_4} \quad (4)$$

Площадь сегмента определяли по формуле:

$$F_G = \frac{R_3^2}{2} * \left( \frac{\pi * \beta_j^o}{180^o} - \sin \beta_j^o \right), m^2 \quad (5)$$

Площадь двояковыпуклой линзы определяли по формуле:

$$F_{Lj} = 2 * F_{Cj} = R_3^2 * \left( \frac{\pi * \beta_j^o}{180^o} - \sin \beta_j^o \right), \text{ м}^2 \quad (6)$$

Для определения центрального угла  $\alpha_2$  сегментов выпускного отверстия разбивали  $\alpha_1/2$  на  $m$  частей. Следует отметить, что чем больше число  $m$ , тем точнее будет вычисляться общая площадь отверстия.

Общую площадь открываемого отверстия определяли по формуле:

$$F_O = 2 * \left( \sum_{m=1}^1 F_{Lj} \right) + F_m, \text{ м}^2 \quad (7)$$

Время  $\tau_3$  прохождения каждой новой двояковыпуклой линзы очередного участка открытия отверстия определяли по формуле:

$$\tau_3 = \frac{\tau_1}{(2 * m - 1)}, \text{ с} \quad (8)$$

Скорость истечения сыпучего продукта  $V$  при заданном перепаде давлений в емкости загрузочного бункера и в емкости смесителя определяем по формуле:

$$V = \lambda_H * \sqrt{2 * g \left( H + \frac{P_1 - P_2}{g * \rho} \right)}, \text{ м/с} \quad (9)$$

где:  $H$  – высота слоя сыпучего продукта в емкости загрузочного бункера, равная 0,1м;

$\lambda_H$  – коэффициент истечения сыпучего продукта, принятый равным 0,51;

$P_1$  – давление в емкости загрузочного бункера, равное 100кПа;

$P_2$  – давление в емкости смесителя, кПа;

Как и в экспериментах, значение  $P_2$  изменялось от 90 до 20 кПа.

Масса одной дозы при расчетной скорости истечении определяли по формуле:

$$m = F_O * \rho * V * \frac{\tau_1}{(2 * m - 1)} * k \quad (10)$$

Где  $k$  – количество отверстий во вращающемся диске

В табл. 2 представлено сравнение расчетных и экспериментальных данных.

Таблица 2 – Расчетные и экспериментальные данные по дозированию рецептурной смеси

№ п/п	Давление в смесителе, $P_2$ , кПа	Перепад давлений, $\Delta P$ , кПа	Расчетная скорость истечения, $V$ , м/с	Расчетная масса одной дозы, $m_p$ , кг	Экспериментальная масса одной дозы $m_3$ , кг	Расчетная масса 25 доз $M_p$ , кг	Экспериментальная масса 25 доз $M_3$ , кг
1	90	10	3,0	0,045	0,041	1,125	1,120
2	80	20	4,18	0,063	0,064	1,575	1,550
3	70	30	5,1	0,070	0,071	1,750	1,735
4	60	40	5,87	0,089	0,090	2,255	2,240
5	50	50	6,56	0,099	0,100	2,475	2,470
6	40	60	7,18	0,109	0,110	2,725	2,715
7	30	70	7,82	0,1195	0,117	2,962	2,930
8	20	80	8,28	0,136	0,140	3,400	3,300

Как видно из таблицы 2, с увеличением перепада давления увеличиваются как экспериментальные, так и расчетные значения массы одной дозы и соответственно массы рецептурной смеси. При этом, экспериментальные значения масс хорошо согласуются с расчетными значениями.

Наилучшее согласование расчетного, экспериментального и заданного по рецептуре значения массы дозы получено при перепаде давлений в загрузочном бункере и смесителе равном 70 кПа. При этом оптимальном перепаде давлений теоретическое значение расчетной массы одной дозы составило 119,5 г., а экспериментальное значение – 117,2 г. Заданная рецептурой доза была равна 120 г. Относительная погрешность дозирования в эксперименте составила 2,3%, что ниже относительной погрешности по рецептуре смеси, допускаемой технологическими требованиями.

Таким образом, расчеты и эксперименты показали, что для обеспечения требуемой точности дозирования сыпучих компонентов необходимо поддерживать оптимальный перепад давлений в приемной емкости и емкости смесителя с использованием вакуумной системы.

По изложенной выше методике можно определять геометрические и кинематические параметры дозаторов предложенной конструкции для любых сыпучих компонентов.

Эксперименты также показали, что предложенная конструкция автоматизированного устройства обладает высокой универсальностью и хорошо работает на любых видах сыпучих продуктов при изменении их относительной влажности от 9 до 15%.

К достоинствам устройства относится то, что все дозируемые сыпучие компоненты попадают в вакуумируемый смеситель малыми дозами, что позволяет процесс смешивания проводить в начальный момент дозирования самих компонентов. Кроме того, смешивание происходит в герметичной емкости, что исключает любые потери продукта. Мельчайшие частицы дозируемых компонентов, оседающих на поверхности воздушного фильтра, при вакуумировании емкости смесителя стряхиваются с фильтра в общую массу рецептурной смеси в момент соединения емкости с атмосферой.

Установка в смесителе ворошителей обеспечивает быстрое и тщательное перемешивание всех компонентов с получением однородной рецептурной смеси.

На основе результатов проведенного исследования разработана новая оригинальная конструкция автоматизированного промышленного устройства для дозирования и смешивания сыпучих компонентов, позволяющего автоматизировать все процессы приготовления рецептурной смеси, отличающегося малыми габаритными размерами, простотой конструкции, и надежностью работы [2].

#### **Список литературы**

1. *Технологическое оборудование кондитерского производства: Учебное пособие / А.И. Драгилев, Ф.М. Хамидулин – Спб.: Троицкий мост, 2011. – 360с.*
2. *Пат. РФ – №2581483 МПК В65В1/16, В65В37/14, G01F11/46 Автоматическая станция для приготовления вязко-текучей смеси / В.Н. Сопляченко, В.М. Седелкин, Г.И. Старшов, Д.Г. Старшов, А.И. Никитин, С.Н. Никоноров, Л.Н. Потехина, В.М. Седелкин, К.М. Далузьян; заявл. 12.01.2015; опубл. 24.03.2016 // Изобретения. – 2016. – №6.*

УДК 004.9:519.688

**УПРАВЛЕНИЕ КАФЕДРОЙ ВУЗА: ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «РАСЧЕТ:РАСПРЕДЕЛЕНИЕ»**

© А.Г. Смольянов, МГУ им. Н.П. Огарёва (г. Саранск, Россия)

**DEPARTMENT OF THE CHAIR OF THE HIGHER EDUCATION: INFORMATION SYSTEM «CALCULATION:DISTRIBUTION»**

© А.Г. Smolyanov, MSU them. N.P. Ogaryova (Saransk, Russia)

В статье описывается компьютерная система «Расчет:Распределение», предназначенная для автоматизации процессов расчета часов и распределения учебных поручений на кафедре ВУЗа. Программа предусматривает ведение баз данных в масштабе ВУЗа, автоматическую генерацию отчетных документов стандартного вида.

**Ключевые слова:** информационная система, автоматизация управленческой деятельности, кафедра, расчет учебной нагрузки, распределение учебных поручений, генерация документов.

The article describes the computer system "Calculation of Distribution", designed to automate the calculation of hours and the distribution of training assignments at the department of the university. The program provides for keeping databases on the scale of the university, automatic generation of standard documents.

**Key words:** information system, automation of managerial activity, department, calculation of training load, distribution of study orders, generation of documents.

**E-mail:** mgutech@mail.ru

Последние 10-15 лет ВУзам предлагают различные информационные «мегасистемы», которые умеют «всё» («БИТ.ВУЗ.Учебная часть» фирмы 1С, система «Магеллан», модуль «Учебный процесс» корпорации «Галактика» и другие). Однако практика внедрения таких систем не так безоблачна. К расходам на систему и её сопровождение неизбежно добавляются «штатные» расходы на поддержку и другие сопутствующие затраты. В условиях ограниченных бюджетных возможностей «поднять» такую систему, к примеру, небольшому ВУЗу представляется нелегкой задачей. В настоящей статье описываются результаты эксперимента по внедрению компьютерной подсистемы, предназначенной для автоматизации наиболее важных информационных процессов, возникающих между Учебным управлением и кафедрой ВУЗа. Функциональные возможности системы кратко изложены в публикациях [1, с. 45] и [2, с. 29]. Структурные подразделения-участники информационных процессов показаны на рисунке 1.

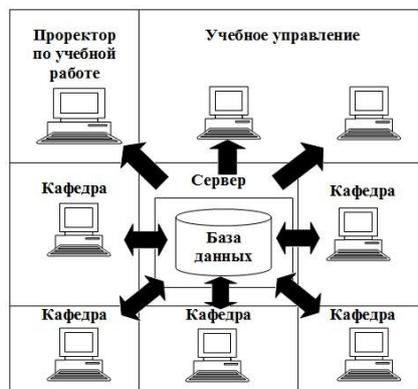


Рисунок 1 – Структурные подразделения ВУЗа

На стороне кафедры находится программное обеспечение, которое позволяет решать следующие задачи:

- производить расчет учебной нагрузки с использованием единых справочников, расположенных на сервере;
- формировать выходные документы установленной формы;
- отправлять расчет нагрузки на удаленный сервер;
- производить распределение учебных поручений;
- фиксировать фактическое выполнение учебных поручений;
- формировать выходные документы, связанные с распределением учебных поручений, установленной формы;
- отправлять распределения учебных поручений на удаленный сервер.

На стороне Учебного управления находится программное обеспечение, которое позволяет решать следующие задачи:

- ведение единых справочников на удаленном сервере (факультеты/институты, кафедры, направления подготовки (специальности), контингент и т. п.);
- просмотр единых справочников;
- просмотр результатов расчета нагрузки кафедр;
- просмотр результатов распределения и выполнения учебных поручений;
- обработка данных, формирование выходных документов установленной формы.

Очевидно, доступ сотрудников Учебного управления к данным регламентирован. Полный доступ разрешен проректору по учебной работе и начальнику управления. Доступ к кафедральным данным специалистов управления регламентирован на уровне структурных подразделений ВУЗа, которые они курируют.

Результатом предложенной организации информации стал полный доступ руководства управления к данным – от любого конкретного показателя расчета нагрузки и распределения учебных поручений до всех основных интегрированных показателей по каждой кафедре, факультету (институту) и ВУЗу в целом. Фрагменты таких сводов представлены на рисунках 2, 3, 4.

Расчет часов (1)	Распределено часов (2)=(6)+(7)	Отклонение час. (3)=(2)-(1)	Штатных единиц (5)	Распределено (шт.единицы) (6)	Распределено (почасовая) (7)
60364.5	60364.5	0.0	68.22	58420.5	1944.0

Рисунок 2 – Фрагмент итогов по структурному подразделению из свода по ВУЗу

Расчет часов (1)	Распред. часов (2)=(5)+(8)	Отклонение, час. (3)=(2)-(1)	Штатных единиц (4)	Шт.единицы (часы-факт) (5)	Шт.единицы (часы-план) (6)	Штат.ед. (часы-откл) (7)=(5)-(6)	Распред. почасовая (8)
9649.0	9649.0	0.0	11.00	9460.0	9460.0	0.0	189.0
10810.0	10810.0	0.0	12.70	10702.0	10664.0	+38.0	108.0
14691.0	14691.0	0.0	16.80	14450.0	14448.0	+2.0	241.0
9704.0	9704.0	0.0	10.42	8930.0	8966.2	-36.2	774.0
15510.5	15510.5	0.0	17.30	14878.5	14878.0	+0.5	632.0
60364.5	60364.5	0.0	68.22	58420.5	58416.2	+4.3	1944.0
Расчет часов (1)	Распред. часов (2)=(5)+(8)	Отклонение, час. (3)=(2)-(1)	Штатных единиц (4)	Шт.единицы (часы-факт) (5)	Шт.единицы (часы-план) (6)	Штат.ед. (часы-откл) (7)=(5)-(6)	Распред. почасовая (8)

Рисунок 3 – Фрагмент свода с итогами по кафедрам структурного подразделения

-	17.30	15510.0	15510.5	+0.5	0.0	-
Штат ----- Почас	Ставка	Распред. план, час. (3)	Распред. факт, час. (4)	Отклон., час. (5)=(4)-(3)	Выполнено, час. (6)	Баз.став. час. (7)

Рисунок 4 – Фрагмент итогов по кафедре структурного подразделения

На стороне управления доступна подробная информация по любому преподавателю ВУЗа. Программа генерирует ряд кафедральных документов, что полностью исключает несоответствие в электронных и бумажных документах на стороне кафедры и управления. Фрагменты некоторых таких документов показаны на рисунках 5, 6 и 7.

ФГБОУ ВО "МГУ им. Н.П. Огарёва"												
Расчет учебной нагрузки кафедры фундаментальной информатики на 20												
Специальность / форма	Дисциплина или вид учебной деятельности	курс / семестр	кол-во групп	кол-во п/групп	кол-во студентов	лекции	практ. / семинар. занятия	лабораторные занятия	консульт.		зачеты	экзамены
									текущие	экзаменационная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ОФО	Основы программирования	1/1	1	2	25	объед		72	1		6	
ФИИТ (Б)	Основы программирования	1/2	1	2	25	объед		72	2	2		8
	Учебная практика-I	1/1	1	2	25						0	
	Учебная практика-II	1/2	1	2	25						0	

Рисунок 5 – Фрагмент расчета часов по специальности (направлению подготовки)

Кафедра фундаментальной информатики. Индивидуальный план преподавателя												
ФИО: СМОЛЬЯНОВ А.Г. ДОЛЖНОСТЬ: ЗАВ.КАФЕДРОЙ. СТАВКА: 1.25. Семестр: 1												
Специальность / форма	Дисциплина или вид учебной деятельности	курс / семестр	кол-во групп	кол-во п/групп	кол-во студентов	лекции	практ. / семинар. занятия	лабораторные занятия	консульт.		зачеты	экзамены
									текущие	экзаменационная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
МКН (Б) ОФО	Базовый практикум-III	2/1										
МКН (Б) ОФО	Языки программирования	2/1				18			1	2		7
МКН (Б) ОФО	Базы данных	4/1				18		72	1	2		6
ОСНОВ.ОФО	Руководство кафедрой	1/1										

Рисунок 6 – Индивидуальный план преподавателя (фрагмент)

Отчет о выполнении учебной нагрузки Кафедра фундаментальной информатики 2015/16 учебный год													
Форма обучения	Фамилия И.О.	курс / семестр	кол-во групп	кол-во п/групп	кол-во студентов	лекции	практ. / семинар. занятия	лабор. занятия	консульт.		зачеты	экзамены	контрольные работы
									текущие	экзаменационная			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Штатные:												
	Антошкина Л.А. (Доцент, 0,5)												
зео						8	6	16	1	2		11	17
офо						62	32	246	3	2	21	7	
итого						70	38	262	4	4	21	18	17
	Бадюкина Т.Е. (Специальность: 4.05)												

Рисунок 7 – Отчет о выполнении учебной нагрузки кафедры (фрагмент)

Подведем итоги. Во-первых, практический эксперимент, проведенный в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» показал, что система изменила структуру взаимодействия между заведующим кафедрой и куратором Учебного управления, заметно сократив лишнее личное общение между ними по вопросам расчета часов и распределения учебных поручений, а также между сотрудниками самого управления, включая его руководство. Во-вторых, в материале настоящей статьи не упоминаются учебные планы. Очевидно, именно они являются основой для расчета нагрузки кафедры, но в структуре рассмотренной информационной системы они ничем не представлены. Небольшое исследование, упомянутое в [3, с. 169], позволило сделать предположение, что в условиях разнородного по структуре направлений подготовки ВУЗа (естественно-научные, технические и гуманитарные факультеты) полностью автоматизировать расчет нагрузки кафедры через учебные планы, скорее всего, не представляется возможным.

#### **Список литературы**

1. Смольянов А. Г. *Управление кафедрой: автоматизированный расчет учебной нагрузки*. Символ науки. 2015. № 10-2. С. 45-51.
2. Смольянов А. Г. *Управление Кафедрой: автоматизированное распределение учебных поручений*. Символ науки. 2017. Т. 2. № 2. С. 29-34.
3. Нищев К. Н., Смольянов А. Г., Новопольцев М. И. *Информационная система «Учебный план» и автоматизированный расчет нагрузки кафедры ВУЗа // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки [Саранск]. – 2012. – № 2. – С. 169 – 173.*

**УДК 51-74**

#### **КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ НЕЧЁТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА**

© **О.В. Прокофьев**, Пензенский филиал Финансового университета  
при Правительстве РФ (г. Пенза, Россия)

© **И.Ю. Сёмочкина**, Пензенский государственный технологический  
университет (г. Пенза, Россия)

© **О.С. Жарова**, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)

#### **MONITORING THE CONDITION OF THE TECHNICAL OBJECT BASED ON FUZZY LOGICAL CONCLUSION**

© **O.V. Prokofiev**, Penza branch Federal State-Funded Educational Institution  
of Higher Education "Financial University under the Government of the Russian  
Federation" (Penza, Russia)

© **I.U. Semochkina**, Penza State Technological University (Penza, Russia)

© **O.S. Zharova**, Penza State Technological University (Penza, Russia)

В статье изложена концептуальная модель системы контроля за нормативным состоянием сложного технического объекта на основе нечёткого логического вывода. Исходными данными для анализа являются временные ряды, формируемые интеллектуальными датчиками. Далее отрезки временных рядов подвергаются статистическим тестам на устойчивость и качество трендовой модели, полученные оценки получают лингвистическое описание, используемое в правилах логического вывода. Показано наличие возможностей в отношении автоматизированной и масштабируемой реализации данного решения.

**Ключевые слова:** Система автоматизированного контроля, нечёткий логический вывод, предаварийная ситуация.

The article presents a conceptual model of the system of control over the normative state of a complex technical object on the basis of fuzzy logic inference. The initial data for the analysis are time series formed by intelligent sensors. Further, the time series sections are subjected to statistical tests for the stability and quality of the trend model, the obtained estimates are given a linguistic description used in the rules of logical inference. It is shown that there are opportunities for automated and scalable implementation of this solution.

**Key words:** Automated control system, fuzzy logic conclusion, pre-emergency situation.

**E-mail:** Prokof\_ow@mail.ru

Нечеткая логика и метод приближительных рассуждений привели к появлению новых концепций в теории управления и в разработке экспертных систем. Этот подход позволяет имитировать человеческие мыслительные процессы зачастую лучше, чем другие методы. Управление сложным техническим объектом (СТО), режим работы которого отображается множеством датчиков параметрической аппаратуры, в значительной степени относится к той же группе задач [1]. Нечеткие системы управления СТО на основе правил здесь также могут использоваться, если доступны экспертные знания людей, которые могут быть выражены в форме правил «если, то».

Например, исследователи из National Air Traffic Services (NATS) в Лондоне доказали, что нечеткая логика может точно прогнозировать траектории полета воздушных судов [2]. Используя программное обеспечение fuzzyTECH, NATS смогли сравнить предсказания траектории полета, создаваемые нечеткой логикой, против прогнозов, полученных обычной линейной экстраполяцией. Для рассматриваемых рейсов нечеткая логика доказала более точное предсказание положения самолета на 88 секунд в будущем. Нечеткая логика является одним из наиболее полезных методов для прогнозирования траекторий полета, нечеткая логика генерирует набор правил для прогнозирования, а не дает решение для «черного ящика». Эти правила могут быть проверены и реализованы с помощью обычного программного обеспечения. Аналогичным образом, целью исследования для авторов являлась разработка этой концепции для общего случая контроля безопасного режима работы движущегося СТО.

На рисунке 1 представлена концепция управления СТО с использованием аппарата нечёткого логического вывода. В составе системы входят интеллектуальные датчики ИД, блоки операций фаззификации, блоки правил логического вывода, блоки операций дефаззификации. Комбинация оцифрованных сигналов датчиков параметрической аппаратуры служит для принятия решений по управлению объектом, в том числе для прогнозирования степени приближения СТО к предаварийной ситуации. Осуществляя мониторинг состояния объекта, интеллектуальные датчики формируют последовательность наблюдений временного ряда, представленных в цифровой форме.

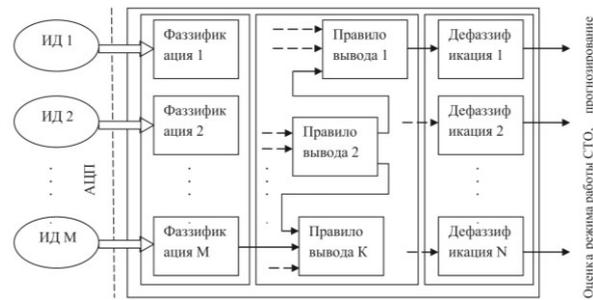


Рисунок 1 – Концептуальная модель оценки состояния сложного технического объекта с использованием нечёткого логического вывода

Описание ситуации с помощью нечёткой логики позволяет визуально отобразить влияние показаний датчиков (зачастую противоречивых) на вывод о безопасности эксплуатации СТО, а также на основе функции принадлежности преобразовать качественные представления о режиме работы в количественные, представленные в наглядной графической форме. При постановке задачи в узком смысле слова выходная переменная должна соответствовать степени принадлежности состояния СТО к предаварийной ситуации.

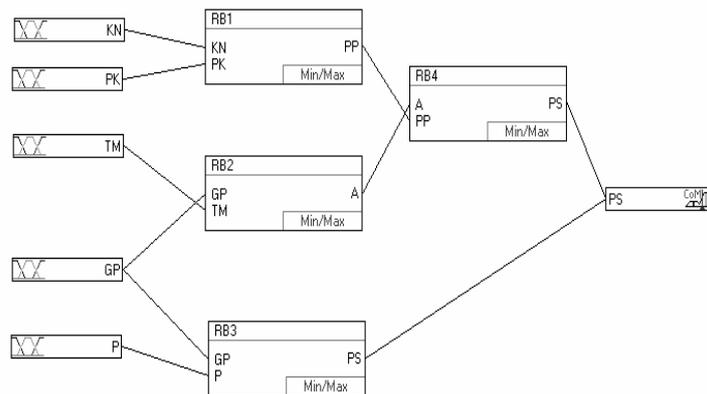


Рисунок 2 – Нечёткий проект с одной выходной переменной

На рисунке 2 представлен процесс контроля состояния СТО в виде проекта с нечётким выводом одной выходной переменной. С помощью группы экспертов в области разработки и эксплуатации СТО построены эвристические правила, отражающие эмпирические знания о рассматриваемой предметной области. Правила нечётких продукций были сформулированы в виде структурированного текста, например, **если** выявлена закономерность изменения дисперсии отклонений (уровень «высокий») **и** выявлена закономерность изменения абсолютных значений отклонений (уровень «высокий»), **то** выявлена закономерность в изменении остатков (шумов) на уровне «очень высокий». Формальная запись этих и других утверждений, задающих правила анализа устойчивости временных рядов и адекватности трендовых моделей, составила базу нечётких лингвистических правил.

Реализация системы нечёткого управления была проведена на базе программного продукта fuzzyTECH 8.40b фирмы INFORM GmbH [2]. Разработан вариант системы с одной выходной управляющей переменной на базе метода Мамдани, характеризующей степень приближения состояния объекта к преда-

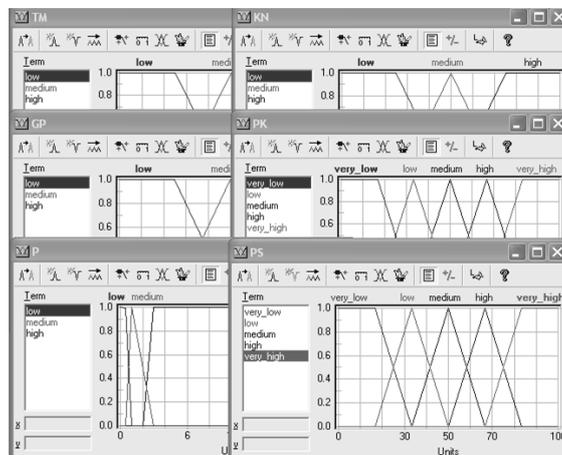
варианной ситуации. Рассматриваемая нечёткая модель содержит 4 блока правил, 2 из которых дают в качестве результата промежуточные переменные. Терм-множества применённых в проекте лингвистических переменных и соответствующие комментарии приведены в таблице 1. Множества значений лингвистических переменных содержат 3 или 5 элементов.

*Таблица 1 – Лингвистические переменные*

Обозначение	Интерпретация	Статистические тесты	Терм-множество
PK (входная переменная)	Закономерности изменения дисперсии отклонений	Уайта, Парка [3]	very_low, low, medium, high, very_high
KN (входная переменная)	Закономерности изменения абсолютных значений отклонений	Спирмена, Гольдфельда-Квадта, Глейзера [3]	low, medium, high
TM (входная переменная)	Изменение внешней среды	Чоу, Гуйарати [3], модифицированный тест Чоу [4], тест обнаружения смещения тренда [5]	low, medium, high
GP (входная переменная)	Коррекция задания	Тест Ирвина [6]	low, medium, high
P (входная переменная)	Сообщение о сбоях, аномалии временного ряда	–	low, medium, high
PP (промежуточная переменная)	Закономерности в изменении остатков (шумов)	–	very_low, low, medium, high, very_high
A (промежуточная переменная)	Предпочтение кусочно-аппроксимированной модели тренда	–	low, medium, high
PS (выходная переменная)	Прогнозирование, проверка на приближение к предаварийной ситуации	–	very_low, low, medium, high, very_high

GP, P – проверка на устойчивость временного ряда. Положение, наиболее приближенное к состоянию «предаварийная ситуация».

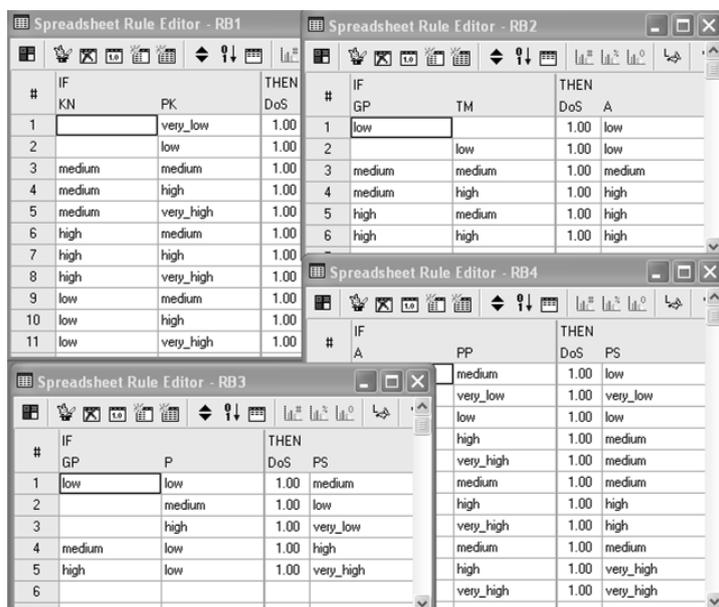
Этап фаззификации также был реализован с учётом мнений экспертов. В процессе фаззификации в большинстве случаев было принято, что числовые значения лингвистических переменных изменяются от 0 до 100. Графики треугольных функций принадлежности для термов лингвистических переменных изображены на рисунке 3.



*Рисунок 3 – Функции принадлежности термов лингвистических переменных*

Для операции агрегирования подусловия в правилах соединены с помощью нечеткой операции И (Min-конъюнкция). Для спецификации результата агрегирования или композиции правил для получения окончательных значений функции принадлежности термов заключений использована операция максимума (Max-дизъюнкция). Дефаззификация введена методом центра максимума (Best Compromise).

Блоки правил на рисунке 4 отражают влияние причин внешнего происхождения (препятствия, новые задания, столкновения) и внутреннего происхождения (функциональные зависимости параметров шумов как остатков модели временного ряда) на степень устойчивости временных рядов датчиков, отображаемую в числовом виде.



*Рисунок 4 – Окна редактора правил нечётких продукций для различных блоков правил*

Блок правил RB1 применён для оценки наличия или отсутствия явления гетероскедастичности временного ряда. Функциональные зависимости параметра остатков от времени характерны для износа механической части, нагрева механизмов, дрейфа питания датчиков и ряда других причин, возможно, возникающих в процессе эксплуатации СТО.

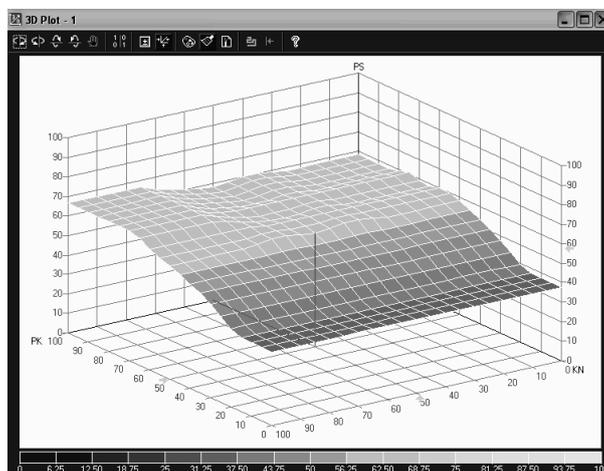
Блок правил RB2 использован для получения промежуточного заключения по наличию или отсутствию существенного изменения выходных сигналов датчиков, оцениваемого как изменение структуры временного ряда. Распознавание события изменения структуры может производиться с помощью модифицированного теста Чоу [4], теста обнаружения смещения тренда [5], имеющих алгоритмическую реализацию на коротких участках временного ряда и не требующих экспертных оценок.

Блок правил RB3 предназначен для оценки существования экстренных ситуаций в связи с аномальными значениями, появившимися на выходе датчиков и резкими изменениями траектории движения вследствие нового задания. Блок отражает превалирующее влияние чрезвычайной ситуации по сравнению с другими изложенными выше.

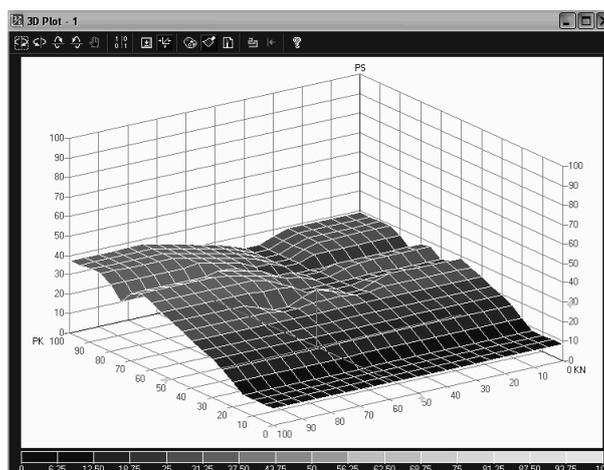
Блок правил RV4 применён для получения интегрированной оценки степени приближения режима работы СТО к предаварийной ситуации.

В результате работы с моделью в режиме отладки получены поверхности нечёткого вывода, позволяющие установить зависимость соответствия работы СТО нормативным уровням от отдельных значений входных переменных. На основании полученных наглядных зависимостей возможна настройка управляющих переменных для обеспечения наилучшей достоверности выводов. Примеры таких зависимостей приведены на рисунках 5, 6. Не используемые при построении графика переменные заданы средними значениями (по умолчанию). На рисунках показаны поверхности вывода при различных результатах проверки на аномальность наблюдений временных рядов: на рисунке 5 – при обнаружении существенной аномалии (аномалий), на рисунке 6 – при отсутствии аномалий.

Повышение достоверности выводов возможно за счёт одновременного применения альтернативного подхода – использовании нечёткой когнитивной карты [7], анализирующей причинно-следственные связи между элементами СТО.



*Рисунок 5 – Поверхность нечёткого вывода (преобразованное цветное изображение) при отсутствии предложения труда*



*Рисунок 6 – Поверхность нечёткого вывода (преобразованное цветное изображение) при отношении спрос/вакансии, равном 3*

Таким образом, построенная модель нечёткого вывода на базе продукта fuzzyTECH показала возможность построения системы контроля за состоянием, режимом работы СТО при наличии большого количества параметрических датчиков, характеризующих внешние условия, управляющие воздействия и режим работы с различных точек зрения. Система нечёткого вывода создаёт целостную картину соответствия границам нормативной работы, доступную для анализа оператором, одновременно предоставляя возможность детализировать ответы на возможные вопросы. Кроме того, возможно полностью автоматизированное принятие решений и автономное движение объекта.

#### **Список литературы**

1. Bill Edisbury. *Fuzzy Logic predicts Aircraft Flight Path*. Npower Ltd. UK, May 1999. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.fuzzytech.com/>
2. Многоканальные системы мониторинга состояния и онлайн диагностики серии СМД-4. Краткое описание. [Электронный ресурс]. Санкт-Петербург: ООО «ВИБРОТЕХНИКА». – 2016. Режим доступа <http://vibro-expert.ru/mnogokanalnie-sistemi-monitoringa-sostoyaniya-i-onlain-diagnostiki-serii-smd-4.html>
3. Елисеева И.И. Эконометрика / И.И. Елисеева, С.В. Курьшева, Т.В. Костеева и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.
4. Прокофьев О.В. Алгоритмическая модификация теста Чоу для автоматизированной проверки гипотезы о структурной стабильности тренда / О.В. Прокофьев, А.Е. Савочкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза. – 2014. – №3 (19). – С.183-188.
5. Прокофьев О.В. Метод обнаружения сдвига тренда и оценка его функциональной устойчивости / О.В. Прокофьев Глава в монографии «Теоретико-методологические подходы к формированию системы устойчивого развития предприятий, комплексов, регионов». Пенза: Изд-во ПГУ, 2016. – С. 141-151.
6. J.O. Irwin, «On a Criterion for the Rejection of Outlying Observations», *Biometrika*, Vol. 17, No. 3-4, 1925, pp. 238-250.
7. Прокофьев О.В. Способ построения дескриптивной модели на основе нечеткой когнитивной карты / О.В. Прокофьев, Ю.Фельдман // Сборник материалов МНПК «Современные информационные технологии». – Пенза, 2004. – С.188-189.

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**XXI век: итоги прошлого  
и проблемы настоящего *плюс***

**Периодическое научное издание**

**Серия: Технические науки.**

**Технология продовольственных продуктов. Информатика,  
вычислительная техника и управление.**

ISSN 2221-951X



Научный редактор С.Н. Волков  
Компьютерная верстка Н. Хлопцовой

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии «КОПИ-РИЗО»  
Пенза, ул. Московская, 74, к. 211. Тел. 56-25-09.  
e-mail: [tipograf\\_porovamg@inbox.ru](mailto:tipograf_porovamg@inbox.ru)

Сдано в производство 13.06.2017. Формат 70X108 1/16  
Бумага типогр. №1. Печать ризография. Шрифт Times New Roman.  
Усл. печ. л. 3,5. Уч. изд. л. 3,7. Заказ № 1200. Тираж 100 экз.

---

Пензенский государственный технологический университет.  
440605, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.