

УДК 637.02я73

## **Проблемы развития теории и практики промышленного производства измельчительно-режущего оборудования**

*Д-р техн. наук, проф.* Пеленко В.В., Зуев Н.А., Бобров С.В.,  
*канд. техн. наук* Малявко Д.П., Малюгин Г.И., Цуранов О.А. pro1@gunipt.spb.ru  
Университет ИТМО  
Институт холода и биотехнологий  
921002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

*Рассмотрены состояние, проблемы и перспективы развития теории и практики проектирования измельчительно-режущего оборудования. Сформулированы первоочередные задачи, реализация которых позволит придать решению этой проблемы системный и замкнутый характер.*

*Ключевые слова:* мясорубка, нож, решетка, шнек, корпус, экструзия, трение, оптимизация.

---

## **Problems of development of the theory and practice of industrial shredding-cutting equipment**

**Pelenko V.V., Zuev N.A., Bobrov S.V., Malyavko D.P., Malugin G.I., Tsuranov O.A.**  
pro1@gunipt.spb.ru  
University ITMO  
Institute of Refrigeration and Biotechnologies  
191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

*The present state, problems and prospects of development of the theory and practice of designing cutting-shredding equipment. Articulated priorities, the implementation of which will give a solution to this problem and the system of completion.*

*Keywords:* chopper, knife, grill, auger, housing, extrusion, friction, optimization.

---

Одной из основных отраслей промышленности России является пищевая, определяющая не только здоровье населения, но и продовольственную независимость государства. Мясная продукция в общем объеме продовольственного потребления занимает ведущее положение, а мясорубки, волчки являются одним из основных видов оборудования для обеспечения эффективного процесса мясопереработки [1, 3, 4].

В историческом аспекте следует отметить, что мясорубку изобрел в начале XIX века немец Карл Фридрих Христиан Людвиг барон Дрез фон Зауэрбронн (1785-1851). Вслед за ним подобную конструкцию предложил австрийский изобретатель Петер Миттерхофер (1822-1893).

До изобретения мясорубки, да и позже, пока она не получила широкого распространения, для приготовления мясного фарша применяли специальный двуручный, изогнутый полукругом нож. Им надо было многократно, качая из стороны в сторону, измельчать мясо. Для производства колбас, где требовалось большое количество фарша, вначале применяли машину, в которой ряд ножей механически поднимался и опускался над круглой деревянной вращающейся колодой. На колоду укладывали мясо, она автоматически поворачивалась на небольшой угол при каждом

подъеме блока ножей и при опускании ножей мясо рубилось в новом месте. Ось вращения колоды не совпадала с линией реза, линия реза проходила по хорде, что обеспечивало как продольное, так и поперечное измельчение мясных волокон. Эта машина измельчала около 40 кг фарша в час и приводилась в действие вначале лошадью, а позднее электродвигателем мощностью 0,75 лошадиной силы.

В другом варианте старинной промышленной мясорубки мясо, предварительно нарезанное на куски, помещалось в эксцентрично вращающийся чан, над которым вращались три ножа. Производительность этого измельчителя составляла по говядине – 150 кг/час, по свинине – 180 кг/час.

Ближе к современной мясорубке, хотя бы внешне, стоит измельчитель, в цилиндрическом корпусе которого вращался от рукоятки вал с закрепленными на нем стальными штифтами. Штифты, расположенные по винтовой линии, продвигали нарезанные куски мяса через ряд коротких ножей, выступающих сверху и снизу половинок корпуса. Попадая между этими ножами, мясо измельчалось и выходило с другого конца цилиндра. Вал со штифтами, расположенными по винтовой линии, являлся подобием современного винтового шнека мясорубки.

Для приготовления некоторых колбас и отдельных блюд требуются кубики мяса. Для этой цели имелась специальная машина, в которой мясо подавалось на решетку из перекрещивающихся ножей. В результате оно нарезалось на жгуты с квадратным сечением, а на выходе по решетке ходили из стороны в сторону два плоских ножа, рубившие жгуты на кубики.

Исторически название «мясорубка» закрепилось за домашними, малопроизводительными измельчителями. Термином «волчок» называют промышленные, высокопроизводительные мясорубки.

Первые мясорубки имели ручной привод. Затем появились мясорубки с электроприводом. Появление электромотора многое изменило в трудоемком процессе измельчения мяса. Прежде всего, он просто заменил мускульную силу человека. Первые электрические мясорубки появились в начале XX века. Они были довольно громоздки, поэтому в бытовых условиях не применялись. Модели меньшего размера стали выпускаться позднее. На протяжении последних двух столетий конструкция мясорубки систематически совершенствовалась. Необходимость интенсификации производства и переработки мясной продукции потребовала создания высокопроизводительных мясорубок, облегчающих ручной труд. Создание новых видов мясной продукции, разнообразных колбасных изделий, привело к появлению многих конструктивных усовершенствований мясорубки и ее рабочих инструментов – шнека, ножей, решеток и корпуса.

Ранее мясорубки выполнялись из наиболее доступных по тому времени металлов – чугуна, простых сталей. В дальнейшем с развитием технического прогресса детали мясорубок стали изготавливать из легированных сталей, алюминиевых материалов и полимерных композиций. В течение всего периода выпуска волчков и мясорубок постоянно мусовершенствованию подвергались механизмы измельчения, привод, появляются специальные ножи и измельчительные решетки. В приводе используются многоскоростные однофазные и трехфазные электромоторы, зубчатые и волновые редукторы, различные ременные и цепные передачи.

В конце XX века появляются агрегатированные мясорубки, объединяющие процессы

измельчения, перемешивания и порционирования мясного сырья. Из простейшего механического устройства мясорубка превратилась в высокопроизводительный агрегат с рядом автоматических устройств, компьютерной программой управления, охлаждением рабочих зон, автоматической мойкой, сенсорной клавиатурой. В последнее время при проектировании мясорубок стало уделяться большее внимание их эргономике и промышленному дизайну.

В настоящее время в России успешная деятельность предприятий пищевой промышленности неразрывно связана с перевооружением производства. Развитие отечественного пищевого машиностроения обеспечивает не только продовольственную независимость России, но и ее достойное место и лидирующую роль в мировых экономических процессах. В последние годы все более устаревающий парк оборудования пищевых предприятий в большинстве случаев заменяется на дорогостоящее, импортное оборудование, что не всегда экономически и стратегически обосновано, особенно при закупке изделий пищевого оборудования невысокой и средней сложности. В силу этих обстоятельств развитие отечественного пищевого машиностроения на базе современных технологических разработок [5] и не в последнюю очередь мясо - измельчительного оборудования, является весьма актуальным [2]. В настоящее время в России с увеличением числа малых предприятий, развитием малого и среднего бизнеса и переходом на рыночные отношения нашли широкое применение волчки, мясорубки с небольшой мощностью 1- 2 кВт. Пока в России разработка и выпуск волчков, мясорубок не находят должного развития. Торговые салоны, магазины и выставки заполнены зарубежной техникой, в то время как отечественные машиностроительные заводы не загружены. Такое положение нельзя признать нормальным. Сегодня в России имеются все предпосылки для успешной разработки и полноценного выпуска измельчительного оборудования, оснащенного самой современной аппаратурой управления, включая системы искусственного интеллекта [13,14,15,16]. Не смотря на наличие определенного информационного базиса, в настоящее время недостаточно руководящих технических материалов и литературы по проектированию измельчительно-режущего оборудования, а существующие редкие научные разработки слабо влияют на прогресс этого вида техники. Для дальнейшего совершенствования измельчительного оборудования мясного сырья необходимы углубление и развитие теории расчета, поиски новых конструктивных решений, совершенствование численных расчетных методов, расширение спектра применяемых материалов, современных технологий изготовления. При этом также необходимо совершенствование ГОСТов, ТУ и другой нормативной документации. Выпуск нового оборудования должен базироваться на последних результатах современных технических достижений в том числе нанотехнологий [49-60].

Необходимо подчеркнуть, что, судя по многообразию конструктивных решений отдельных узлов мясорубок и волчков, а также технологических параметров шнека, ножей, решеток, корпуса, пока не сформирован единый подход к расчету и конструированию этого вида техники. Отсутствие общей теории разработки волчков и мясорубок реально подтверждается тем количеством различающихся между собой по различным параметрам образцов, которые представлены на сегодняшних торговых витринах. Редко увидишь представительство мясорубок менее 12 видов от различных фирм – производителей. Порою количество такой техники достигает 20 и более.

Теории измельчения мясного сырья посвящены труды таких крупных отечественных ученых, как С.Т. Антипов, А.В. Горбатов, В.П. Горячкин, А.Н. Даурский, В.И. Ивашов, А.М. Искандарян, В.Д. Косой, М. Лонцин, Ю.А. Мачихин, М.Мерсон, А.Н. Остриков, А.И. Пелеев, А.Н. Познышев, Н.Е. Резник, И.А. Рогов, М.П. Семенов, И.А. Тиме, В.М. Хромеевков, Т.В. Чижилова и др. Эти работы являются основополагающими в создании мясо - измельчительной техники и оборудования. Определенный вклад в развитие и совершенствование волчков, мясорубок и других видов мясоперерабатывающего и иного оборудования внесен работами сотрудников кафедры «Техники мясных и молочных производств» ИХиБТ НИУ ИТМО [6 - 12; 17 - 45].

Измельчение мясного сырья – процесс энергоемкий и необратимый. Измельчение в мясорубках сопровождается уменьшением размера частей продукта, увеличением площади их поверхности, сжатием, перетиранием, выделением сока, перемешиванием, трением кусков о стенки корпуса, трением кусков между собой, трением о поверхность шнека, трением деталей режущего механизма, повышением температуры.

Процессу измельчения сырья в мясорубках предшествуют процессы транспортирования и экструдирования. Эти процессы определяют условия измельчения и качество готовой продукции. Экструзия (extrude, лат. – выталкивание, выдавливание) применительно к мясорубкам представляет процесс выдавливания через измельчительные решетки (матрицы) по поверхностям которых вращаются прилегающие к ним лезвия ножей. В мясорубках сырьё витками шнека (шаг витков, как правило, уменьшается по направлению продвижения сырья) транспортируется вдоль канала корпуса для шнека, уплотняется, проталкивается через систему измельчительных решеток и подрезается ножами.

Экструзия является разновидностью процесса прессования. При прессовании под действием давления происходит изменение свойств продукта. На процесс прессования влияют модуль прессуемости, удельное давление прессования, коэффициент трения о витки шнека, коэффициент трения о корпус шнека, коэффициент трения о стенки отверстий решетки, площадь внутренней поверхности корпуса для шнека, площадь поверхности шнека, площадь полезного сечения шнека, площадь полезного сечения ножей, площадь полезного сечения решеток, суммарная площадь поверхностей боковых стенок отверстий решетки.

При равной степени измельчения сырья, но при различных условиях транспортировки, компоновки узлов режущего механизма, конструкции и материала корпуса, шнека, ножей, решеток, энергозатраты могут изменяться от 2,5 до 12 квт.ч/т., а сопротивление резанию изменяется в пределах 0,5 - 2,5 кг/см. От взаимосвязи работы механизма экструдирования и механизма измельчения зависит производительность и качество готовой продукции.

Процесс экструдирования и измельчения в волчках – одни из сложных механических процессов пищевой технологии, так как включают течение вязко-пластичных неоднородных анизотропных компонентов пищевых продуктов, сопровождающееся биохимическими, физическими и структурными изменениями состояния реологической системы. Известные математические модели процесса экструзии и измельчения пищевых продуктов базируются на многочисленных допущениях, лишь приблизительно качественно и количественно описывают процесс, трудно применимы к реальным

условиям конструирования и эксплуатации волчков и мясорубок, требуют дальнейшего совершенствования.

Отличия измельчительного узла мясорубки от обычного экструдера заключаются в том, что в мясорубках вместо формующей головки применяется измельчительный блок с решетками, ножи которого влияют на работу матрицы (решетки), так как плоскости лезвия ножей перекрывают отверстия матриц и задерживают поступательное движение продукта через матрицу. Для оптимальной работы измельчительного механизма необходима согласованная работа узла экструдирования и узла измельчения.

Несмотря на то, что ведущие фирмы достигли высокого уровня совершенства и производства экструзионной и измельчительной техники, научное обеспечение процесса экструзии и измельчения является недостаточным для полноценного проектирования волчков. Многочисленная вариантность параметров узла измельчения волчков и отсутствие обоснованности применения тех или иных расчетных и конструктивных решений приводят к невозможности унификации, препятствуют снижению себестоимости изготовления и эксплуатации оборудования.

В работах [7,8,9,12,17,39] затронуты некоторые важные проблемы совершенствования измельчительно-режущего оборудования, однако системный подход к решению такой сложной задачи поставлен лишь в работе [10], при этом вне поля зрения исследователей остались следующие вопросы, определяющие конечные решения:

- функциональное соотношение толщин решеток и ножей при различных диаметрах корпуса, обеспечивающее одинаковые прогибы, что позволяет минимизировать износ ножей;
- определение приведенных коэффициентов сопротивления со стороны внутренней поверхности корпуса волчка вращательному движению мясного сырья (включая силы трения) для математического описания винтовой траектории его пространственного перемещения;
- математическое моделирование процесса шлюзования – обратного тока мясного сырья через зазор между корпусом волчка и наружным диаметром винтового шнека;
- разработка математической модели расчета требуемого усилия затяжки гайки корпуса волчка, для обеспечения допустимых сил и моментов взаимного (торцевого) трения ножа и решетки из условия ограничения тепловыделения и, тем самым, не превышения достигаемого стационарного значения температуры мясного сырья над предельным значением.

Представляется, что в результате решения поставленных вопросов, с учетом материалов работы [10], задача проектирования волчков и мясорубок приобретет в основном замкнутый характер. Конечно, остается целый ряд частных задач по уточнению чрезвычайно широкого спектра конструктивных и технологических параметров измельчительного оборудования (более двух десятков), а также физико-механических характеристик мясного сырья.

Перспективным, с точки зрения оптимизационного анализа и синтеза принципиально новых конструктивных решений волчков, являются подходы, использующие методы динамического совершенствования машин по удельным действиям [46, 47, 48,49].

Дальнейшей и более сложной задачей становится учет сверхзвуковых скоростей перемещения возмущений внутри мясного сырья в процессе резания [7] и возникновения

прямых и отраженных ударных волн, влияющих на энергоемкость процесса измельчения.

### Список литературы:

1. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г., Азаев Р.А., Шибанов А.И., Кузьмин В.В. Обзор зарубежных волчков и смесителей для мясопродуктов // Научный журнал НИУ ИТМО, 2008. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
2. Смирнова Г.П., Смирнов А.А., Буркацкая О.А. Сравнительный анализ развития малого предпринимательства в СЗФО РФ.: Lambert academic publishing. - 2011.
3. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Азаев Р.А., Янцевич А.А., Кузьмин В.В., Ольшевский Р.Г. О необходимости развития отечественного машиностроения для мясопереработки // Научный журнал НИУ ИТМО, 2008. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
4. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Азаев Р.А., Ольшевский Р.Г., Саватеев В.М., Городова И.Б., Кондратов А.В. Мясоперерабатывающее оборудование отечественного производства для средних и мелких предприятий // Научный журнал НИУ ИТМО, 2006. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
5. Азаев Р.А., Верболоз Е.И., Пеленко В.В. Разработка процесса и установки для обвалки мяса реберных костей // Вестник МАХ. 2012. №1.
6. Иваненко В.П., Пеленко В.В., Зуев Н.А., Дмитриченко М.И., Азаев Р.А., Ольшевский Р.Г., Краснов И.Б. Разработка системы измерения динамических характеристик измельчительно-режущего оборудования // Научный журнал НИУ ИТМО, 2006. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
7. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г., Азаев Р.А., Кузьмин В.В. Фундаментальные особенности процесса резания пищевых продуктов лезвийным инструментом // Научный журнал НИУ ИТМО, 2008. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
8. Пеленко В.В., Малякко Д.П., Бобров С.В., Ольшевский Р.Г., Зуев Н.А., Тарабановский Ф.Б. Обоснование формы и размеров отверстий выходной решетки волчка-измельчителя // Научный журнал НИУ ИТМО, 2012. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
9. Арет В.А., Верболоз Е.И., Пеленко Ф.В., Пеленко В.В. Внешнее трение в моделировании работы червячного экструдера // Научный журнал НИУ ИТМО, 2012. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
10. Пеленко В.В., Арет В.А., Кайка А.Х., Тарабановский Ф.Б., Ольшевский Р.Г., Бобров С.В., Зуев Н.А. Разработка математической модели процесса измельчения мясного сырья в волчках // Научный журнал НИУ ИТМО, 2013. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
11. Пеленко В.В., Арет В.А., Дайнеко К.Э., Верболоз Е.И., Иваненко В.П., Пеленко Ф.В., Крысин А.Г. Особенности течения тонких пленок жидкости в условиях проскальзывания на обтекаемой поверхности. // Научный журнал НИУ ИТМО, 2012. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

12. Пеленко В.В., Кузьмин В.В., Ольшевский Р.Г., Зуев Н.А., Азаев Р.А. Оптимизация формы режущей кромки рабочих органов измельчительного оборудования. / Актуальные проблемы совершенствования торгово – технологического оборудования и повышение экономической эффективности торговых предприятий // Сб. науч. тр. – СПб.: СПбТЭИ, 2007. – с. 66 – 73.

13. Smirnov A. Artificial intelligence: Concepts and Applicable Uses. Lambert Academic Publishing. - 2013.

14. Smirnov A., Abraham A., Vorobiev S. The potential effectiveness of the detection of pulsed signals in the non-uniform sampling.: IEEE. - 2013.

15. Smirnov A. Modeling improved POS tagger using HMM. - 2013.

16. Smirnov A. Creating utility – based agent using POMDP and MDP //Ledentsov Readings. – 2013. – С.697.

17. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г., Азаев Р.А., Кондратов А.В., Кузьмин В.В., Хатченко Е.П. Оптимизация формы режущих элементов измельчительного оборудования // Научный журнал НИУ ИТМО, 2006. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

18. Верболоз Е.И., Зуев Н.А., Воронюк А.А., Ковалев Н.Г., Азаев Р.А., Ольшевский Р.Г., Стариков В.В. Состояние и основные направления развития мясной и рыбоперерабатывающей отраслей // Научный журнал НИУ ИТМО, 2006. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

19. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Иваненко В.П., Долгих А.А., Мусаев Ф.А., Добряков А.Б., Кузьмин В.В. Исследование фотометрических характеристик пищевых продуктов с целью интенсификации процессов их тепловой обработки // Научный журнал НИУ ИТМО, 2007. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

20. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Хатченко Е.П. Выбор математического описания процесса термообработки колбасных изделий в белковой оболочке // Научный журнал НИУ ИТМО, 2007. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

21. Пеленко В.В., Верболоз Е.И., Крысин А.Г., Азаев Р.А. Учет сдвиговых деформаций в математической модели процесса обвалки реберного мяса // Научный журнал НИУ ИТМО, 2007. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

22. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Азаев Р.А., Кузьмин В.В. Расчет параметров процесса отрыва реберной кости от соединительной ткани мясной основы // Научный журнал НИУ ИТМО, 2007. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

23. Пеленко В.В., Азаев Р.А., Иванов Р.А., Фукс Е.В. Математическая модель процесса обвалки реберного мяса // Научный журнал НИУ ИТМО, 2007. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

24. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Хатченко Е.П. Математическая модель термообработки колбасных изделий в белковой оболочке // Научный журнал НИУ ИТМО, 2008. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

25. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Иваненко В.П., Стариков В.В. Определение оптических характеристик пищевых продуктов // Научный журнал НИУ ИТМО, 2008. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

26. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Поляков С.В., Марков В.Н. Решение задачи механической очистки пищевых сред // Научный журнал НИУ ИТМО, 2008. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

27. Бараненко А.В., Вороненко Б.А., Поляков С.В., Пеленко В.В. Аналитическое решение краевой задачи теплопроводности в связи с процессом охлаждения крема кондитерского в холодильной камере // Научный журнал НИУ ИТМО, 2008. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

28. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Стариков В.В. Аналитическое решение задачи совместного тепломассопереноса при инфракрасном нагреве колбасных изделий // Научный журнал НИУ ИТМО, 2009. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

29. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Стариков В.В. Математическое описание процессов тепло- и массопереноса в колбасных изделиях при их тепловой обработке// Научный журнал НИУ ИТМО, 2009. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

30. Вороненко Б.А., Демидов С.Ф., Иваненко В.П., Крысин А.Г., Пеленко В.В., Усманов И.И. Моделирование процесса радиационно-конвективной сушки пищевых материалов // Научный журнал НИУ ИТМО, 2010. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

31. Иваненко В.П., Крысин А.Г., Пеленко В.В., Усманов И.И. Исследование процесса уноса влаги сушеного абрикоса // Научный журнал НИУ ИТМО, 2010. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

32. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Поляков С.В. Решение задачи диффузии в мембране применительно к разделению эмульсий // Научный журнал НИУ ИТМО, 2011. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

33. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Поляков С.В. Математическое описание мембранного разделения эмульсий// Научный журнал НИУ ИТМО, 2011. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

34. Усманов И.И., Иваненко В.П., Крысин А.Г., Пеленко В.В. Результаты экспериментальных исследований процесса гидратации плодов кураги в технологическом цикле мойки // Научный журнал НИУ ИТМО, 2011. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

35. Усманов И.И., Иваненко В.П., Крысин А.Г., Пеленко В.В. Анализ хода температурных кривых при конвективно-радиационной сушки кураги // Научный журнал НИУ ИТМО, 2011. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

36. Пеленко В.В., Азаев Р.А., Зуев Н.А., Крысин А.Г. Анализ влияния конструктивных параметров базовой установочной пластины на энергоемкость процесса обвалки реберного мяса // Научный журнал НИУ ИТМО, 2011. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

37. Прокопенко А.В., Хутыз А.М., Степков В.М., Крысин А.Г., Пеленко В.В. Связь между диаграммой усталостного разрушения и кривой усталости // Научный

журнал НИУ ИТМО, 2012. - №1. [электронный ресурс]:  
<http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

38. Пеленко В.В., Демидов С.Ф., Тамбулатова Е.В., Соколова Е.А. Изучение теплофизических характеристик светлого солода // Научный журнал НИУ ИТМО, 2012. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

39. Зайцев А.В., Пеленко Ф.В. Моделирование течения вязкой жидкости в трубе // Научный журнал НИУ ИТМО, 2012. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

40. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Поляков С.В. Тепломассоперенос в креме кондитерском при его охлаждении в холодильной камере // Научный журнал НИУ ИТМО, 2012. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

41. Пеленко В.В., Арет В.А., Дайнеко К.Э., Верболоз Е.И., Иваненко В.П., Пеленко Ф.В., Крысин А.Г. Особенности течения тонких пленок жидкости в условиях проскальзывания на обтекаемой поверхности // Научный журнал НИУ ИТМО, 2012. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

42. Пеленко В.В., Арет В.А., Верболоз Е.И., Мякишева А.А. Об устойчивости движения клубня в зоне оптической дефектации // Научный журнал НИУ ИТМО, 2013. - №1. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

43. Пеленко В.В., Дайнеко К.Э., Иваненко В.П., Крысин А.Г., Пеленко Ф.В., Кайка А.Х., Тарабановский Ф.Б. Учет сил поверхностного натяжения в математической модели тепло-массопереноса при осушке поверхностной влаги сухофруктов // Научный журнал НИУ ИТМО, 2013. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

44. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Поляков С.В. К вопросу об описании гидромеханического процесса осаждения твердых частиц в жидкой среде // Научный журнал НИУ ИТМО, 2013. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

45. Антуфьев В.Т., Бычихин О.В., Вороненко Б.А., Пеленко В.В. Количественная оценка давления на поверхность брикета замороженной рыбы при импульсном высоковольтном разряде // Научный журнал НИУ ИТМО, 2013. - №2. [электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

46. Пеленко В.В., Гусев Б.К., Ширшиков А.М. Формирование математической модели механизма привода утюга на базе удельных действий // Вестник КрасГАУ. - Красноярск: КрасГАУ, 2012. - № 5.

47. Пеленко В.В., Гусев Б.К., Ширшиков А.М. Математическая модель динамики функционирования механизма привода утюга // Вестник КрасГАУ. - Красноярск: КрасГАУ, 2012. - № 5.

48. Пеленко В.В., Гусев Б.К., Ширшиков А.М. Вычисление и анализ удельных действий, оценка ключевого действия // Вестник КрасГАУ. - Красноярск: КрасГАУ, 2012. - № 6.

49. Пеленко В.В., Гусев Б.К., Ширшиков А.М. Экспериментальные исследования кинематических и динамических характеристик звеньев механизма привода утюга // Вестник КрасГАУ. - Красноярск: КрасГАУ, 2012. - № 7.

50. Смирнова Г.П., Смирнов А.А., Буркацкая О.А. Сравнительный анализ развития малого предпринимательства в СЗФО РФ.: Lambert academic publishing.-2011.
51. Smirnov A. Artificial intelligence.: Concepts and Applicable Uses. Lambert Academic Publishing.2013.
52. Smirnov A., Abraham A., Vorobiev S. The potential effectiveness of the detection of pulset signals in the non-uniform sampling.: IEEE.-2013.
53. Smirnov A. Modeling improved POS tagger using HMM.-2013.
54. Smirnov A. Creating utility – based agent using POMDP and MDP// Ledentsov Readings.-2013.C.697.
55. Баранов И.В., Палешко В.О., Ивашко Е.Ю. Динамические методы исследования влагосодержащих материалов//Вестник МАХ.- Санкт-Петербург, Москва, 2012.-№4.
56. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М., Ахмедов Р.А. Новый способ и устройство для предварительного нагрева плодов и овощей в банках горячим воздухом//Вестник МАХ.- Санкт-Петербург, Москва, 2013.-№4.
57. Пекарев В.И., Матвеев А.А. Математическая модель винтового маслозаполненного компрессора с впрыскиванием жидкого рабочего вещества//Вестник МАХ.- Санкт-Петербург, Москва, 2013.-№3.
58. ХовалыгД., Бараненко А.В. Методы расчета градиента давления двухфазного потока при течении в малых каналах// Вестник МАХ.- Санкт-Петербург, Москва, 2012.-№4.
59. Чоманов У.Ч., Шингисов А.У. Определение коэффициента диффузии влаги при вакуум-сублимационной сушке сгущенных кумыса и шубата, обогащенных растительными добавками// Вестник МАХ.- Санкт-Петербург, Москва, 2012.-№4.
60. Алексеев Г.В., Гришанова (Даниленко) Е.А., Кондратов А.В., Гончаров М.В. Возможности реализации эффектов кавитации для измельчения пищевого сырья// Вестник МАХ.- Санкт-Петербург, Москва, 2012.-№4.

#### Spisok literatury:

1. Pelenko V.V., Zuev N.A., Ol'shevskij R.G., Azaev R.A., Shibanov A.I., Kuz'min V.V. Obzor zarubezhnyh volchkov i smesitelej dlja mjasoproduktov // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2008. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
2. Smirnova G.P., Smirnov A.A., Burkackaja O.A. Sravnitel'nyj analiz razvitija malogo predprinimatel'stva v SZFO RF.: Lambert academic publishing. - 2011.
3. Pelenko V.V., Zuev N.A., Azaev R.A., Jancevich A.A., Kuz'min V.V., Ol'shevskij R.G. O neobhodimosti razvitija otechestvennogo mashinostroenija dlja mjasopererabotki // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2008. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
4. Pelenko V.V., Zuev N.A., Azaev R.A., Ol'shevskij R.G., Savateev V.M., Gorodova I.B., Kondratov A.V. Mjasopererabatyvajushhee oborudovanie otechestvennogo proizvodstva dlja srednih i melkih predpriyatij // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2006. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>
5. Azaev R.A., Verboloz E.I., Pelenko V.V. Razrabotka processa i ustanovki dlja obvalki mjasa rebernyh kostej // Vestnik MAH. 2012. №1.

6. Ivanenko V.P., Pelenko V.V., Zuev N.A., Dmitrichenko M.I., Azaev R.A., Ol'shevskij R.G., Krasnov I.B. Razrabotka sistemy izmerenija dinamicheskikharakteristik izmel'chitel'no-rezhushhego oborudovanija // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2006. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

7. Pelenko V.V., Zuev N.A., Ol'shevskij R.G., Azaev R.A., Kuz'min V.V. Fundamental'nye osobennosti processa rezanija pishhevyyh produktov lezviynym instrumentom // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2008. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

8. Pelenko V.V., Maljavko D.P., Bobrov S.V., Ol'shevskij R.G., Zuev N.A., Tarabanovskij F.B. Obosnovanie formy i razmerov otverstij vyhodnoj reshetki volchka-izmel'chitelja // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2012. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

9. Aret V.A., Verboloz E.I., Pelenko F.V., Pelenko V.V. Vneshnee trenie v modelirovanii raboty chervjachnogo jekstrudera // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2012. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

10. Pelenko V.V., Aret V.A., Kajka A.H., Tarabanovskij F.B., Ol'shevskij R.G., Bobrov S.V., Zuev N.A. Razrabotka matematicheskoy modeli processa izmel'chenija mjasnogo syr'ja v volchkah // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2013. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

11. Pelenko V.V., Aret V.A., Dajneko K.Je., Verboloz E.I., Ivanenko V.P., Pelenko F.V., Krysin A.G. Osobennosti techenija tonkih plenok zhidkosti v uslovijah proskal'zyvanija na obtekaemoj poverhnosti. // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2012. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

12. Pelenko V.V., Kuz'min V.V., Ol'shevskij R.G., Zuev N.A., Azaev R.A. Optimizacija formy rezhushhej kromki rabochih organov izmel'chitel'nogo oborudovanija. / Aktual'nye problemy sovershenstvovanija torгово – tehnologicheskogo oborudovanija i povyshenie jekonomicheskoy jeffektivnosti torgovyyh predpriyatij // Sb. nauch. tr. – SPb.: SPbTJeI, 2007. – s. 66 – 73.

13. Smirnov A. Artificial intelligence: Concepts and Applicable Uses. Lambert Academic Publishing. - 2013.

14. Smirnov A., Abraham A., Vorobiev S. The potential effectiveness of the detection of pulsed signals in the non-uniform sampling.: IEEE. - 2013.

15. Smirnov A. Modeling improved POS tagger using HMM. - 2013.

16. Smirnov A. Creating utility – based agent using POMDP and MDP //Ledentsov Readings. – 2013. – S.697.

17. Pelenko V.V., Zuev N.A., Ol'shevskij R.G., Azaev R.A., Kondratov A.V., Kuz'min V.V., Hachenko E.P. Optimizacija formy rezhushhih jelementov izmel'chitel'nogo oborudovanija // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2006. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

18. Verboloz E.I., Zuev N.A., Voronjuk A.A., Kovalev N.G., Azaev R.A., Ol'shevskij R.G., Starikov V.V. Sostojanie i osnovnye napravlenija razvitija mjasnoj i rybopererabatyvajushhej otraslej // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2006. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

19. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Ivanenko V.P., Dolgih A.A., Musaev F.A., Dobrjakov A.B., Kuz'min V.V. Issledovanie fotometriceskikh karakteristik pishhevyyh

produktov s cel'ju intensivacii processov ih teplovoj obrabotki // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2007. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

20. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Hatchenko E.P. Vybor matematicheskogo opisaniya processa termoobrabotki kolbasnyh izdelij v belkovoju obolochke // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2007. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

21. Pelenko V.V., Verboloz E.I., Krysin A.G., Azaev R.A. Uchet sdvigovyh deformacij v matematicheskoj modeli processa obvalki rebernogo mjasa // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2007. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

22. Pelenko V.V., Zuev N.A., Azaev R.A., Kuz'min V.V. Raschet parametrov processa otryva rebernoj kosti ot soedinitel'noj tkani mjasnoj osnovy // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2007. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

23. Pelenko V.V., Azaev R.A., Ivanov R.A., Fuks E.V. Matematicheskaja model' processa obvalki rebernogo mjasa // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2007. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

24. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Hatchenko E.P. Matematicheskaja model' termoobrabotki kolbasnyh izdelij v belkovoju obolochke // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2008. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

25. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Ivanenko V.P., Starikov V.V. Opredelenie opticheskix harakteristik pishhevyh produktov // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2008. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

26. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Poljakov S.V., Markov V.N. Reshenie zadachi mehanicheskoj ochistki pishhevyh sred // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2008. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

27. Baranenko A.V., Voronenko B.A., Poljakov S.V., Pelenko V.V. Analiticheskoe reshenie kraevoj zadachi teploprovodnosti v svjazi s processom ohlazhdenija krema konditerskogo v holodil'noj kamere // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2008. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

28. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Starikov V.V. Analiticheskoe reshenie zadachi sovместnogo teplomassoperenosa pri infrakrasnom nagreve kolbasnyh izdelij // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2009. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

29. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Starikov V.V. Matematicheskoe opisanie processov teplo- i massoperenosa v kolbasnyh izdelijah pri ih teplovoj obrabotke // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2009. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

30. Voronenko B.A., Demidov S.F., Ivanenko V.P., Krysin A.G., Pelenko V.V., Usmanov I.I. Modelirovanie processa radiacionno-konvektivnoj sushki pishhevyh materialov // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2010. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

31. Ivanenko V.P., Krysin A.G., Pelenko V.V., Usmanov I.I. Issledovanie processa unosa vlagi sushenogo abrikosa // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2010. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

32. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Poljakov S.V. Reshenie zadachi diffuzii v membrane primenitel'no k razdeleniju jemul'sij // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2011. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

33. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Poljakov S.V. Matematicheskoe opisanie membrannogo razdelenija jemul'sij // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2011. - №2.

[jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

34. Usmanov I.I., Ivanenko V.P., Krysin A.G., Pelenko V.V. Rezul'taty jeksperimental'nyh issledovanij processa gidratacii plodov kuragi v tehnologicheskom cikle mojki // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2011. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

35. Usmanov I.I., Ivanenko V.P., Krysin A.G., Pelenko V.V. Analiz hoda temperaturnyh krivyh pri konvektivno-radiacionnoj osushki kuragi // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2011. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

36. Pelenko V.V., Azaev R.A., Zuev N.A., Krysin A.G. Analiz vlijaniya konstruktivnyh parametrov bazovoj ustanovochnoj plastiny na jenergoemkost' processa obvalki rebernogo mjasa // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2011. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

37. Prokopenko A.V., Hutyž A.M., Stepkov V.M., Krysin A.G., Pelenko V.V. Svjaz' mezhdū diagrammoy ustalostnogo razrusheniya i krivoj ustalosti // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2012. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

38. Pelenko V.V., Demidov S.F., Tambulatova E.V., Sokolova E.A. Izuchenie teplofizicheskikh harakteristik svetlogo soloda // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2012. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

39. Zajcev A.V., Pelenko F.V. Modelirovanie techeniya vjazkoj zhidkosti v trube // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2012. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

40. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Poljakov S.V. Teplomassoperenos v kreme konditerskom pri ego ohlazhdenii v holodil'noj kamere // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2012. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

41. Pelenko V.V., Aret V.A., Dajneko K.Je., Verboloz E.I., Ivanenko V.P., Pelenko F.V., Krysin A.G. Osobennosti techeniya tonkih plenok zhidkosti v uslovijah proskal'zyvaniya na obtekaemoj poverhnosti // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2012. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

42. Pelenko V.V., Aret V.A., Verboloz E.I., Mjakisheva A.A. Ob ustojchivosti dvizheniya klubnja v zone opticheskoy defektacii // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2013. - №1. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

43. Pelenko V.V., Dajneko K.Je., Ivanenko V.P., Krysin A.G., Pelenko F.V., Kajka A.H., Tarabanovskij F.B. Uchet sil poverhnostnogo natjazheniya v matematicheskoj modeli teplo-massoperenosa pri osushke poverhnostnoj vlagi suhofruktov // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2013. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

44. Voronenko B.A., Pelenko V.V., Poljakov S.V. K voprosu ob opisanii gidromehanicheskogo processa osazhdeniya tverdyh chastic v zhidkoj srede // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2013. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

45. Antuf'ev V.T., Bychihin O.V., Voronenko B.A., Pelenko V.V. Kolichestvennaja ocenka davleniya na poverhnost' briketa zamorozhennoj ryby pri impul'snom vysokovol'tnom razrjade // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO, 2013. - №2. [jelektronnyj resurs]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

46. Pelenko V.V., Gusev B.K., Shirshikov A.M. Formirovanie matematicheskoj modeli mehanizma privoda utjuga na baze udel'nyh dejstvij // Vestnik KrasGAU. -

Krasnojarsk: KrasGAU, 2012. - № 5.

47. Pelenko V.V., Gusev B.K., Shirshikov A.M. Matematicheskaja model' dinamiki funkcionirovanija mehanizma privoda utjuga // Vestnik KrasGAU. - Krasnojarsk: KrasGAU, 2012. - № 5.

48. Pelenko V.V., Gusev B.K., Shirshikov A.M. Vychislenie i analiz udel'nyh dejstvij, ocenka ključevogo dejstvija // Vestnik KrasGAU. - Krasnojarsk: KrasGAU, 2012. - № 6.

49. Pelenko V.V., Gusev B.K., Shirshikov A.M. Jeksperimental'nye issledovanija kinematicheskikh i dinamicheskikh harakteristik zven'ev mehanizma privoda utjuga // Vestnik KrasGAU. - Krasnojarsk: KrasGAU, 2012. - № 7.

50. Smirnova G.P., smirnov A.A., Burkackaja O.A. Sravnitel'nyj analiz razvitija malogo predprinimatel'stva v SZFO RF.: Lambert academic publishing.-2011.\

51. Smirnov A. Artificial intelligence.: Concepts and Applicable Uses. Lambert Academic Publishing.2013.

52. Smirnov A., Abraham A., Vorobiev S. The potential effectiveness of the detection of pulset signals in the non-uniform sampling.: IEEE.-2013.

53. Smirnov A. Modeling improved POS tagger using HMM.-2013.

54. Smirnov A. Creating utility – based agent using POMDP and MDP// Ledentsov Readings.-2013.C.697.

55. Baranov I.V., Paleshko V.O., Ivashko E.Ju. Dinamicheskie metody issledovanija vlagosoderzhashhij materialov//Vestnik MAH.- Sankt-Peterburg, Moskva, 2012.-№4.

56. Ahmedov M.Je., Demirova A.F., Ahmedova M.M., Ahmedov R.A. Novyj sposob i ustrojstvo dlja predvaritel'nogo nagreva plodov i ovoshhej v bankah gorjachim vozduhom//Vestnik MAH.- Sankt-Peterburg, Moskva, 2013.-№4.

57. Pekarev V.I., Matveev A.A. Matematicheskaja model' vintovogo maslozapolnennogo kompressora s vpryskivaniem zhidkogo rabočego veshhestva//Vestnik MAH.- Sankt-Peterburg, Moskva, 2013.-№3.

58. HovalygD., Baranenko A.V. Metody rasčeta gradienta davlenija dvuhfaznogo potoka pri tečenii v malyh kanalah// Vestnik MAH.- Sankt-Peterburg, Moskva, 2012.-№4.

59. Chomanov U.Ch., Shingisov A.U. Opredelenie koeficienta diffuzii vlagi pri vakuum-sublacionnoj sushke sgushennyh kumysa i shubata, obogashennyh rastitel'nyimi dobavkami// Vestnik MAH.- Sankt-Peterburg, Moskva, 2012.-№4.

60. Alekseev G.V., Grishanova (Danilenko) E.A., Kondratov A.V., Goncharov M.V. Vozmožnosti realizacii jeffektov kavitacii dlja izmel'čeniya pišhevogo syr'ja// Vestnik MAH.- Sankt-Peterburg, Moskva, 2012.-№4.