

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*В честь Союза России и Беларуси*

# МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

*Учебник*

В 3-х книгах

Книга 1

Под редакцией академика РАСХН В.А. Панфилова,  
профессора В.Я. Груданова

*Утверждено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебника для студентов специальности «Машины  
и аппараты пищевых производств» учреждений, обеспечивающих  
получение высшего образования*

Учебник

МАШИНЫ И АППАРАТЫ  
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Книга 1

Белорусский аграрный  
технический университет  
ИНВ. № 439654

Минск  
2007

УДК 664(07)  
ББК 36.81 я7  
М38

Авторы:

*С.Т. Антипов, В.Я. Груданов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков,  
В.А. Панфилов, О.А. Ураков, В.А. Шарцунюв*

Рецензенты:

кафедра машин и аппаратов пищевых производств Кубанского государственного технологического университета (зав. каф., д-р техн. наук, проф. *Е.П. Кошевой*); кафедра техники мясных и молочных производств Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (заслуженный деятель науки и техники РФ, д-р техн. наук, проф. *Л.К. Николаев*); научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (зам. ген. дир., канд. техн. наук, доц. *О.Л. Сороко*); научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства (зав. лаб., д-р техн. наук, проф. *Л.Я. Стенук*)

**Машины и аппараты пищевых производств : учебник для вузов : в 3 кн. Кн. 1 /**  
**М38** С.Т. Антипов [и др.]; под ред. акад. РАСХН В.П. Панфилова, проф. В.Я. Груданова. —  
Минск : БГАТУ, 2007. — 420 с.  
ISBN 978-985-6770-50-3 (Т. 1)  
ISBN 978-985-6770-49-7

В учебнике обобщены сведения о состоянии и перспективе технического обеспечения пищевых и перерабатывающих производств. Особое внимание уделено проблемам, стоящим перед специалистами в деле повышения эффективности машинных технологий продуктов питания. Представлены современные формы организации технологических комплексов, а также машинно-аппаратурные схемы линий для переработки растительного и животного сырья.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Пищевая инженерия» и «Пищевая промышленность».

УДК 664(07)  
ББК 36.81 я7

ISBN 978-985-6770-50-3 (Т. 1)  
ISBN 978-985-6770-49-7

© С.Т. Антипов и др., 2007  
© БГАТУ, 2007

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
<b>ЧАСТЬ I МАШИНЫ И АППАРАТЫ – СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ</b>	
Глава 1 Организация машинных технологий пищевых продуктов .....	9
1.1 Линия как объект технического обеспечения современных технологий.....	10
1.2 Основные требования к технологическим процессам и оборудованию линий.....	17
1.3 Производительность линии.....	21
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>26</i>
Глава 2 Технологические линии для производства пищевых продуктов путь разборки сельскохозяйственного сырья на компоненты .....	27
2.1 Технологическая линия производства сортовой муки из зерна пшеницы.....	28
2.2 Технологическая линия производства гречневой крупы.....	33
2.3 Технологическая линия производства варено-сушеных круп.....	38
2.4 Технологическая линия производства овсяных хлопьев.....	42
2.5 Технологическая линия производства кукурузных хлопьев.....	44
2.6 Технологическая линия производства сушеного картофеля и овощей.....	48
2.7 Технологическая линия производства картофельного крахмала.....	52
2.8 Технологическая линия производства сахара-песка из сахарной свеклы.....	58
2.9 Технологическая линия производства томатного сока.....	68
2.10 Технологическая линия производства замороженных овощей, фруктов и ягод.....	71
2.11 Технологическая линия производства растительного масла из семян подсолнечника.....	74
2.12 Технологическая линия производства жареного и растворимого кофе.....	86
2.13 Технологическая линия производства солода.....	92
2.14 Технологическая линия производства виноматериалов.....	96
2.15 Технологическая линия производства этилового ректификационного пищевого спирта.....	101
2.16 Технологическая линия производства хлебопекарных дрожжей.....	106
2.17 Технологическая линия производства ферментных препаратов.....	110
2.18 Технологическая линия производства пастеризованного питьевого молока и сливок.....	115

2.19 Технологическая линия производства сухого молока .....	122
2.20 Технологическая линия производства сливочного масла .....	126
2.21 Технологическая линия первичной переработки сельскохозяйственных животных .....	130
2.22 Технологическая линия первичной переработки птицы .....	135
2.23 Технологическая линия производства мороженой рыбы и филе .....	140
<i>Контрольные вопросы</i> .....	145
<b>Глава 3. Технологические линии для производства пищевых продуктов путем сборки из компонентов сельскохозяйственного сырья</b> .....	146
3.1 Технологическая линия производства хлеба из пшеничной муки .....	147
3.2 Технологическая линия производства ржаного хлеба .....	150
3.3 Технологическая линия производства пшеничных сдобных сухарей .....	154
3.4 Технологическая линия производства макаронных изделий .....	157
3.5 Технологическая линия производства сахарного печенья .....	161
3.6 Технологическая линия производства затяжного печенья и крекера .....	168
3.7 Технологическая линия производства вафель .....	174
3.8 Технологическая линия производства карамели .....	179
3.9 Технологическая линия производства помадных конфет .....	186
3.10 Технологическая линия производства безалкогольных напитков .....	192
3.11 Технологическая линия производства кваса .....	198
3.12 Технологическая линия производства пива .....	200
3.13 Технологическая линия производства водки .....	213
3.14 Технологическая линия вторичного виноделия .....	216
3.15 Технологическая линия производства майонеза .....	222
3.16 Технологическая линия производства маргарина .....	225
3.17 Технологическая линия производства вареных колбас .....	229
3.18 Технологическая линия производства копченых колбас .....	233
3.19 Технологическая линия производства пельменей .....	238
3.20 Технологическая линия производства мясных консервов .....	240
3.21 Технологическая линия производства мясных консервов для детского питания .....	243
3.22 Технологическая линия производства рыбных пресервов .....	248
<i>Контрольные вопросы</i> .....	251
<b>Глава 4 Технологические линии для производства пищевых продуктов путем комбинированной переработки сельскохозяйственного сырья</b> .....	252
4.1 Технологическая линия производства консервов «Зеленый горошек» .....	253
4.2 Технологическая линия производства фруктовых консервов для детского питания .....	259
4.3 Технологическая линия производства халвы .....	263
4.4 Технологическая линия производства пралиновых конфет .....	268
4.5 Технологическая линия производства плиточного шоколада и какао-порошка ..	274
4.6 Технологическая линия производства мороженого .....	282
4.7 Технологическая линия производства кисломолочных напитков .....	287
4.8 Технологическая линия производства творога .....	292
4.9 Технологическая линия производства сыра .....	296
4.10 Технологическая линия производства рыбных консервов .....	304
<i>Контрольные вопросы</i> .....	307

<b>Глава 5 Технологические линии для производства комбикормов .....</b>	<b>308</b>
5.1 Комбикормовый завод как совокупность технологических линий обработки сырья при производстве конечной продукции.....	309
5.2 Технологическая линия приема, очистки и хранения зернового сырья.....	318
5.3 Технологическая линия отделения пленок с овса и ячменя.....	322
5.4 Технологическая линия измельчения, дозирования и смешивания компонентов ...	325
5.5 Технологическая линия кормовых продуктов пищевых производств .....	331
5.6 Технологическая линия подготовки соли, мела и другого минерального сырья.....	339
5.7 Технологическая линия подготовки карбамида .....	341
5.8 Технологическая линия подготовки премиксов .....	343
5.9 Технологическая линия гранулирования комбикормов .....	345
5.10 Технологическая линия влаготепловой обработки зерна.....	347
5.11 Технологические линии экструдирования и экспандирования зерна .....	351
5.12 Технологическая линия ввода жидких добавок в комбикорм.....	358
5.13 Технологии будущего в комбикормовом производстве .....	361
5.14 Научное обоснование расчета технологических линий производства комбикормов.....	374
<i>Контрольные вопросы .....</i>	<i>392</i>
<b>Глава 6 Организация процессов в машинах и аппаратах         технологических линий .....</b>	<b>393</b>
6.1 Технологические свойства пищевых сред.....	393
6.2 Систематизация процессов в машинах и аппаратах.....	401
6.3 Процессы в машинах и аппаратах будущего .....	405
<i>Контрольные вопросы .....</i>	<i>417</i>
<b>Заключение .....</b>	<b>418</b>
<b>Рекомендуемая литература .....</b>	<b>419</b>

Учебное издание

Антипов Сергей Тихонович  
Груданов Владимир Яковлевич  
Кретов Иван Тихонович  
Остриков Александр Николаевич  
Панфилов Виктор Александрович  
Ураков Олег Александрович  
Шаршунов Вячеслав Алексеевич

## МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебник

В 3-х книгах

Книга 1

*Утверждено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебника для студентов специальности «Машины  
и аппараты пищевых производств» учреждений, обеспечивающих  
получение высшего образования*

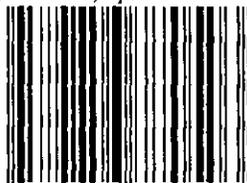
Под редакцией академика РАСХН В.А. Панфилова,  
профессора В.Я. Груданова

Ответственный за выпуск *А.А. Бренч*  
Электронный набор, верстка, дизайн *А.А. Бренч*

Подписано в печать 28.06.2007 г. Формат 70×100<sup>1/16</sup>  
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 34,13.  
Уч.-изд. л. 19,1. Тираж 300 экз. Заказ 1595.

Издатель  
Белорусский государственный аграрный технический университет  
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006.  
220023, г. Минск, пр. Независимости, 99, к. 2

РУП «Издательство «Белорусский Дом печати»  
ЛП 02330/0131528 от 30.04.2004.  
220013, г. Минск, пр. Независимости, 79



9 789856 770503