

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Агротехнологический факультет

Кафедра «Биотехнологии»

## **ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Syllabus)**

дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств»

для студентов по специальности 5В072700 – Технология продовольственных  
продуктов

Павлодар



УТВЕРЖДАЮ

Декан агротехнологического  
факультета

\_\_\_\_\_ Т.К. Бексеитов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г

Составитель: к.т.н. доцент ВАК РК \_\_\_\_\_ М.С. Омаров

Кафедра биотехнологий

## **Программа обучения по дисциплине (Syllabus)**

дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств»

для специальности 5В072700 – Технология продовольственных продуктов

Программа разработана на основании рабочей учебной программы, утвержденной «\_\_\_\_\_»  
\_\_\_\_\_ 2011 г.

Рекомендована на заседании кафедры от «22» апреля 2011 г.

Протокол № 9

Заведующая кафедрой \_\_\_\_\_ М.С. Омаров «22» апреля 2011 г.

«05» мая 2011 г. Протокол № 6

Председатель УМС АТФ \_\_\_\_\_ М.Е. Жагипарова «19» мая 2011 г

## 1 Сведения о преподавателях и контактная информация

Омаров Марат Сейтахметович

К.т.н., профессор и заведующий кафедры «Биотехнология»

Кафедра «Биотехнология» находится в корпусе А1(ул. Ломова.64), аудитория 112 , контактный телефон \_\_\_\_\_.

**1 Данные о дисциплине:** Процессы и аппараты пищевых производств изучается в 5 и 6 семестрах, продолжительностью по 15 недель, объем в часах всего 90 часов, аудиторных занятий – 30 часов, на СРС – 60 час. Курс заканчивается экзаменом.

## 3 Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов	Количество контактных часов по видам аудиторных занятий						Количество часов самостоятельной работы студента		Формы контроля
		всего	лекции	практические	лабораторные	студийные	индивидуальные	всего	СРСП	
Всего										

## 4 Цель и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: изучение наиболее существенных вопросов теории и практики основных процессов пищевой промышленности, а так же методики инженерных расчетов аппаратов и машин, применяемых для осуществления данных процессов.

Задачи дисциплины следующие: изучение основ физической сущности рассматриваемых процессов; аналогий в протекании всех изучаемых процессов; изучения классификации процессов по их единым признакам, что в конечном итоге позволяет производить расчеты разнообразной технологической аппаратуры, по однотипным методикам используя общие математические закономерности

## 5 Требования к знаниям, умениям и навыкам

В результате изучения данной дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» студенты должны:

**знать:**

- рациональную классификацию процессов;

- основы гидравлики;
- основы теплотехники;
- кинетику и динамику основных технологических процессов;
- конструктивные схемы основных аппаратов и машин;
- основы теории подобия и моделирование;
- принципы оптимизации технологических процессов;

**уметь:**

- идентифицировать любой технологический процесс, как относящийся к определенной группе;
- производить материальный и тепловой расчеты основных процессов;
- производить проверочные и проектные расчеты основных аппаратов и машин.

**приобрести практические навыки:**

- основ проектирования аппаратов пищевых производств;
- основ реконструкции аппаратов пищевых производств;

**6 Пререквизиты:**

Для изучения дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» студентам необходимы знания курса дисциплин: высшая математика, физика, теоретическая механика, химия, электротехника, инженерная графика

**7 Постреквизиты**

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для освоения следующих дисциплин: «Технологические оборудование продовольственных продуктов», «Проектирование предприятий отраслей продовольственных продуктов».

**8 Тематический план дисциплины**

№ п/п	Наименование тем	Кол-во контактных часов по видам занятий					
		лек.	прак.	лабор.	студий-ный	индивидуальные	СРС
1	<b>1.Основные положения и научные основы дисциплины</b> 1.1 Введение. Основные законы технологических процессов. 1.2 Классификация процессов пищевых биотехнологических производств. 1.3 Физические свойства тел. 1.4 Моделирование процессов и оборудование. 1.5 Основы конструирования и требования, предъявляемые к аппаратам пищевой промышленности	3	-	-	-	-	3

<b>2</b>	<b>2 Основы гидравлики и гидравлические машины</b> 2.1 Общие сведения 2.1 Гидростатика 2.3 Основы гидродинамики 2.4 Гидравлические подобию и течение жидкостей 2.5 Основы реологии 2.6 Истечение жидкости 2.7 Гидравлические машины	2	-	-			3
<b>3</b>	<b>3 Гидромеханические процессы.</b> 3.1 Характеристика и методы оценки дисперсных систем. 3.2 Перемешивание 3.3 Диспергирования. 3.4 Пенообразование 3.5 Псевдооживление 3.6 Грануляция 3.7 Санитарная обработка (мойка) сырья, посуды, инвентаря и оборудования 3.8 Осаждение (отстаивания) 3.9 Фильтрация, мембранные методы разделения жидкостных систем 3.10 Разделение под действием центробежной силы 3.11 Разделение газовых систем (очистка) газа	2	-	-			3
<b>4</b>	<b>4 Механические процессы.</b> 4.1 Измельчение 4.2 Обработка материалов давлением 4.3 Смешивание и разделение сыпучих материалов	2		-			3
<b>5</b>	<b>5 Тепловые процессы</b> 5.1 Общие сведения о тепловых процессах 5.2 Тепловые процессы, происходящие без изменения агрегатного состояния 5.3 Тепловые процессы, происходящие с изменением агрегатного состояния 5.4 Типы теплообменников 5.5 Регенерация (рекуперация) теплоты в теплообменных аппаратах 5.6 Методы расчета тепловой аппаратуры 5.7 Специфические тепловые процессы 5.8 Выпаривание 5.9 Основы процессов охлаждения и замораживания.	2	-	-	-	-	3

<b>6</b>	<b>6 Массообменные процессы</b> 6.1 Теоретические основы массообменных процессов 6.2 Процесс абсорбции 6.3 Процесс адсорбции 6.4 Процесс экстракции 6.5 Ректификация 6.6 Сушка 6.7 Растворение 6.8 Кристаллизация 6.9 Биохимические процессы	2	-	-	-	-	3
<b>7</b>	<b>7 Электрофизические методы обработки</b> 7.1 Обработка продуктов в электрическом поле 7.2 Обработка в ВЧ и СВЧ-полях 7.3 Обработка ИК- излучением 7.4 Электродиализ	2	-	-	-	-	3
<b>ИТОГО:</b>		15	-	-	-		21

## **10 Компоненты курса**

### **Перечень тем лекционных занятий**

#### **1 Механические процессы и гидромеханические процессы**

**Введение. Основные законы технологических процессов.** Предмет изучения и задачи курса. Виды процессов микробиологических производств. Движущие силы процессов. Закон движущей силы. Правило фаз Гиббса. Составление уравнений материального теплового балансов для аппаратов. Принципы оптимизации биотехнологических процессов. Теория подобия и моделирование. Теоретический и экспериментальный методы изучения различных процессов. Синтез данных методов, образующий теорию подобия. Определение, назначение и виды моделирования. Последовательность моделирования и требования к нему. Виды подобия процессов. Полное подобие. Теоремы подобия и их применение при моделировании.

**Процессы измельчения твердых тел и их применение в пищевой, промышленности.** Классификация способов измельчения твердых тел. Теоретические основы измельчения. Классификация измельчителей. Основные группы измельчителей: 1) раскалывающего и разламывающего действия; 2) раздавливающего действия; 3) истирающе-раздавливающего действия; 4) ударного действия; 5) ударно-истирающего действия; 6) коллоидные измельчители.

**Дробление и резание сырья и продуктов** Технологическое назначение, способы и виды. Основы теории процесса. Уравнение работы дробления. Уравнения работы для мелкого и крупного дробления Конструктивные схемы

основных типов дробилок: щековая, вальцовая, молотковая, шаровая, струйная, конусная дробилки. Процессы резания и основные зависимости.

**Сортирование.** Разделение по размерам и форме частиц Характеристика способов сортирования. Сита: 1) пробивные, из тонкой листовой стали со штампованными отверстиями; 2) плетеные (проволочные) из круглой металлической проволоки; 3) тканые из шелковых нитей, капрона, нейлона, перлона. Ситовый анализ. Коэффициент полезного действия сит. Классификация машин для просеивания. Разделение по скорости осаждения частиц. Магнитная сепарация. Прочие методы разделения. Конструктивные схемы триеров.

**Прессование.** Обработка пищевого сырья и продуктов давлением. Назначение процессов отжатия, формования, штамповки, брикетирования. Эмпирические зависимости для расчета производительности данных процессов. Прессы для отделения жидкости. Формование пластических продуктов и полуфабрикатов, формующие прессы.

**Основы гидравлики.** Гидравлика как основа изучения гидромеханических процессов. Основные физические свойства жидкостей. Основы гидростатики. Давление и его свойства. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Сила давления жидкости на стенки. Основы гидродинамики. Характеристики потока жидкости. Уравнение расхода. Уравнение Бернулли. Режимы движения жидкости. Потери по длине. Формула Дарси. Гладкие и шероховатые трубы. Основы расчета потерь напора жидкости в трубопроводе. Общие сведения о насосах. Основные параметры работы насосов. Центробежный насос. Шестеренный насос.

**Гидромеханические процессы.** Общее назначение гидромеханических процессов. Дисперсные системы. Технологическое назначение перемешивания, осаждения, фильтрования. Движущая сила. Характеристика дисперсных систем. Однородные и неоднородные жидкостные системы. Эмульсии, суспензии, пены, аэрозоли. Многокомпонентные гетерогенные системы. Полидисперсные системы.

**Перемешивание.** Среды, подвергаемые перемешиванию. Цели и способы перемешивания. Перемешивание жидкостей. Лопастные, пропеллерные, турбинные мешалки. Выбор типа мешалки. Расчет мощности в рабочий период. Критериальное уравнение перемешивания. Графоаналитический расчет мешалок. Применение пульсационного и вибрационного способов для интенсификации перемешивания. Осаждение. Осаждение в гравитационном поле (отстаивание). Основы теории. Формула Стокса. Влияние формы частиц и концентрации суспензии. Режимы осаждения. Критериальное уравнение осаждения. Отстойники периодического, полунепрерывного, непрерывного действия. Определение производительности отстойников. Центробежное осаждение жидких неоднородных систем. Критерий Фруда. Определение скорости и производительности процесса центрифугирования. Отстойно-осадительные центрифуги, классификация по основным признакам и основные конструкции. Центрифуги с периодической выгрузкой осадка; с ножевым снятием осадка; саморазрушающиеся; марки НОГШ. Основные

технологические расчеты. Очистка воздуха на предприятиях кожевенно-меховой и пищевой промышленности. Способы очистки. Конструктивные схемы и основы расчетов циклона. Фильтрование. Типы фильтровальных процессов. Фильтрование с образованием осадка. Уравнение Знаменского. Режимы фильтрования. Закупорочное фильтрование. Классификация фильтрационных аппаратов. Фильтр-пресс. Вакуум - фильтр. Ленточный вакуум-фильтр. Барабанный фильтр. Центробежное фильтрование. Скорость и производительность процесса. Подвесная фильтрующая центрифуга. Саморазгружающаяся центрифуга. Центрифуга непрерывного действия с центробежной разгрузкой.

## **2 Тепловые процессы и массообменные процессы**

**Основы теплопередачи.** Сущность тепловой обработки пищевых продуктов. Способы тепловой обработки: варка, жарка, шпарка, пастеризация, стерилизация. Виды теплоносителей. Движущая сила тепловых процессов. Виды теплообмена. Теплопроводность, конвекция, лучеиспускание. Уравнение теплопроводности. Полный тепловой поток Удельный тепловой поток. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критериальное уравнение Нуссельта. Расчет коэффициента теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи. Расчет коэффициента теплопередачи. Расчетное уравнение теплового баланса. Определение площади теплопередачи. Основные критерии теплового подобия. Конструктивные схемы теплообменников: трубчатые, пластинчатые, рубашечные. Порядок расчета.

**Выпаривание.** Технологические цели и физические основы процесса. Выпаривание в одиночном выпарном аппарате (ОВУ). Материальный и тепловой балансы. Уравнение Тищенко. Выпаривание в многокорпусной выпарной установке (МВУ). Механизм работы МВУ. Важнейшие преимущества МВУ перед (ОВУ). Уравнения балансов по корпусам. Общий порядок расчета МВУ. Классификация выпарных аппаратов. Основные конструктивные схемы. Выпарные аппараты «ВВ»; с принудительной циркуляцией; с выносной поверхностью нагрева; системы Кестнера; марки «Виганд» с падающей пленкой.

**Основы массообмена.** Состав массообменных процессов, их общая характеристика. Движущая сила и способы ее выражения. Классификация массообменных процессов по агрегатному состоянию; по способу контакта фаз. Краткие основы теории массопередачи.

**Массопередача.** Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Закон массоотдачи. Схема массообмена между фазами. Схема массопередачи из твердой фазы в жидкую. Термодиффузия.

**Конденсация.** Физические основы конденсации. Конденсация в выпарных аппаратах. Схема работы барометрического и поверхностного конденсаторов. Тепловые балансы конденсаторов.

Сорбционные процессы. Технологические цели и движущая сила. Физические основы процесса. Законы Генри и Рауля. Схема работы и материальный баланс абсорбера. График абсорбции. Определение движущей



силы графоаналитическим путем. Дифференциальная теплота растворения газов. Уравнение теплового баланса абсорбции. Классификация основных типов абсорберов. Насадочные абсорберы. Поверхностные абсорберы тарелочного типа. Принцип работы. Процессы на тарелках. Барботаж. Типы тарелок. Определение числа теоретических и реальных тарелок. Определение поверхности массопередачи. Порядок и основы расчета абсорберов.

Сушка. Общая характеристика процесса. Основные виды и принципы технологии сушки кожевенно-мехового сырья и пищевых продуктов. Основы теории сушки. Виды связи влаги с материалом. Конвективная сушка. Основы кинетики и динамики сушки. Влагопроводность и термовлагопроводность. Кривые сушки и кривые скорости сушки. Усадка и коробление продуктов. Теоретический сушильный процесс. Материальный и тепловой балансы реального процесса сушки. Тепловая поправка. Отображение процесса в  $J-d$  диаграмме. Удельный расход воздуха. Тепловая нагрузка калорифера. Основные варианты сушильного процесса: с подогревом воздуха в камере; с промежуточным подогревом; с рециркуляцией воздуха. Классификация сушилок по важнейшим признакам. Основные конструкции сушилок. Контактные сушилки. Барабанные сушилки. Ленточные сушилки.

**Экстрагирование.** Классификация методов экстрагирования. Применение процессов экстракции в пищевой промышленности. Физико-химические основы, статика, кинетика, материальный баланс процесса экстрагирования. Тепловой баланс. Интенсификация процесса. Конструкции экстракторов и основные технологические расчеты. Материальный и тепловой балансы экстракторов.

## **Перечень тем лабораторных работ**

### **Лабораторная работа № 1**

- 1. Тема лабораторной работы:** Физические свойства пищевых продуктов
- 2. Цель работы:** Изучение теплофизических характеристик пищевых продуктов

### **Лабораторная работа № 2**

- 1. Тема лабораторной работы:** Испытание валковой дробилки.
- 2. Цель работы:**
  - а) Изучение конструкции дробилки.
  - б) Исследование эффективности работы дробилки.
  - в) Определение энергозатрат на осуществление процесса измельчения.

### **Лабораторная работа № 3**

**1. Тема лабораторной работы:** Отстойники в пищевой промышленности.

**2. Цель работы:** Изучение конструкций и работы отстойников.

#### **Лабораторная работа № 4**

**1. Тема лабораторной работы:** Испытание аэроциклона типа НИИОГАЗа и определение основных параметров очистки.

##### **2. Цель работы**

1. Изучение конструкции циклона.
2. Изучение методики расчета циклонов

#### **Лабораторная работа № 5**

**1. Тема лабораторной работы:** Основы рационального построения аппаратов.

**2. Цель работы:** Изучение требований предъявляемых к аппаратам.

#### **Лабораторная работа № 6**

**1. Тема лабораторной работы:** Испытание фильтрующей центрифуги периодического действия.

##### **2. Цель работы:**

1. Изучение основных закономерностей фильтрования под действием центробежной силы.
2. Определение продолжительности процесса центрифугирования и заданной конечной влажности.

#### **Лабораторная работа № 7**

**1. Тема лабораторной работы:** Экспериментальное определение коэффициентов фильтрации на рамном фильтрпрессе.

#### **Лабораторная работа № 8**

**1. Тема лабораторной работы:** Испытание лопастной мешалки.

##### **2. Цель работы:**

1. Практическое ознакомление с работой мешалок.
2. Изучение основных конструктивных элементов мешалок.
3. Обобщение экспериментальных данных испытания мешалок.
4. Расчет расхода энергии, затрачиваемой на перемешивание.

#### **Лабораторная работа № 9**

**1. Тема лабораторной работы:** Изучение теплообменных аппаратов.

**2. Цель работы:** Изучение конструкций теплообменных аппаратов.

#### **Лабораторная работа № 10**

**1. Тема лабораторной работы:** Изучение процессов теплоотдачи в кожухотрубном и пластинчатом теплообменниках.

**2. Цель работы:** Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи  $K$  и получение обобщенной расчетной зависимости между критериями, а также определение потерь в окружающую среду.

#### **Лабораторная работа № 11**

**1. Тема лабораторной работы:** Испытание выпарного вакуум-аппарата.

**2. Цель работы:** Изучение работы выпарных установок.

#### **Лабораторная работа № 12**

**1. Тема лабораторной работы:** Автоматизированные пластинчатые установки.

**2. Цель работы:** Изучение работы пластинчатых установок.

#### **Лабораторная работа № 13**

**1. Тема лабораторной работы:** Испытание перегонного куба.

**2. Цель работы:**

1. Изучение процесса простой перегонки.  
2. Экспериментальное определение состава и количества дистиллята и кубового остатка.

3. Расчет расхода греющего пара.

4. Сравнение результатов экспериментального исследования (испытания) с расчетными данными.

#### **Лабораторная работа № 14**

**1. Тема лабораторной работы:** Испытание барабанной сушильной установки.

**2. Цель работы:**

1. Построение по данным испытания процесса сушки в  $I - d$ -диаграмме.  
2. Аналитический расчет: удельного и полного расхода воздуха, удельного и полного расхода тепла в калорифере.

3. Графический расчет по  $I - d$ - диаграмме:

удельного расхода воздуха,

удельного расхода тепла в калорифере.

#### **Лабораторная работа № 15**

**1. Тема лабораторной работы:** Абсорбция углекислого газа на газоанализаторе типа ГОУ-1.

**2. Цель работы:**

1. Изучить абсорбционный процесс поглощения  $\text{CO}_2$  абсорбентом.

2. Определить общее содержание углерода в  $\text{CO}_2$ .

#### **Лабораторная работа № 16**

**1. Тема лабораторной работы:** Исследование процесса конвективной сушки пищевых продуктов в циркуляционной сушильной установке.

**2. Цель работы:**

1. Изучение процесса конвективной сушки кусковых материалов.
2. Построение по результатам испытания кривых сушки и кривых скорости сушки.
3. Анализ процесса сушки на основании построенных кривых.

### Содержание самостоятельной работы студента

#### Содержание СРС

№	Вид СРС	Форма отчётности	Вид контроля	Объём в часах
1	Подготовка к лекционным занятиям		Участие на занятии	15
2	Подготовка к практическим занятиям (изучение материала по теме занятия, решение задач и др.)	Рабочая тетрадь	Участие на занятии	30
3	Подготовка к лабораторным работам (изучение материала по теме занятия, подготовка шаблона отчета)	Шаблон отчёта	Допуск к ЛР	
4	Изучение материала, не вошедшего в содержание аудиторных занятий	Конспект (и другое)	Коллоквиум (и другие)	12
6	Выполнение семестровых заданий (рефераты, РГР, КР, КП и др.)	Реферат, КП, РГР и др.	Защита СЗ	
7	Подготовка к контрольным мероприятиям		РК 1, РК 2, коллоквиум, контрольная работа, тестирование и др.	5
Всего:				90

Примечание - В перечень видов СРС не включены оформление отчётов и защита ЛР, так как академический час для ЛР при кредитной технологии обучения составляет 100 минут. Поэтому при планировании ЛР необходимо предусмотреть заполнение шаблона отчёта и защиту во время занятия.

#### Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение студентами

№	Содержания задания
1	Физические свойства пищевых продуктов
2	Основные закономерности пищевых биотехнологических производств
3	Однокорпусные выпарные аппараты
4	Расчет многокорпусных выпарных аппаратов. основные конструктивные схемы
5	Конструкция сушилок
6	Основные схемы и расчеты циклонов

### 11 Политика курса

Выполнение следующих требований обеспечивает допуск к экзамену:

- полнота и глубина знаний;
- выявление ключевых понятий и моментов определенной темы;
- знание определений основных терминов и понятий темы;
- умение делать выводы и обобщать изученный материал;

- наличие конспектов лекций, СРС, СРСП
- подготовка рефератов, докладов и их защита.

По данному курсу предусмотрены 2 рубежных контроля, которые будут проводиться в письменной и устной форме

Порядок оценивания знаний студентов

В середине и конце семестра по 100 бальной шкале определяется оценка текущей успеваемости (ТУ) по изученному модулю дисциплины. Оценка ТУ, это сумма баллов набранных за:

- подготовку к занятиям, активную работу в группе и участие в контрольных мероприятиях на занятиях;
- своевременность, качество выполнения и защиты лабораторных и самостоятельных работ;
- своевременность и качество выполнения разделов КП/КР; посещаемость занятий и др.).

Оценка рубежного контроля (РК) так же определяется по 100 бальной шкале.

К рубежному контролю по дисциплине допускаются студенты, имеющие баллы по ТУ.

По итогам оценки ТУ и РК определяется рейтинг (Р1 и Р2) студента по дисциплине

$$P1(2) = TУ1(2)*0,7 + РК1(2)*0,3.$$

Если в учебном плане предусмотрены экзамен и зачёт, то зачёт следует учесть при определении Р2 как второй рубежный контроль.

Рейтинг не определяется, если студент не прошел РК или получил по РК менее 50 баллов. В данном случае декан устанавливает индивидуальные сроки сдачи РК.

Оценка рейтинга допуска студента по дисциплине за семестр равна

$$PД = (P1+P2)/2.$$

К итоговому контролю (ИК) по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все требования рабочей учебной программы (выполнение и сдача всех практических работ, заданий по СРС, выполнившие и защитившие курсовой проект и набравшие рейтинг допуска (не менее 50 баллов).

Итоговый контроль - экзамен (6,7 семестр).

Итоговая оценка по дисциплине подсчитывается только в том случае, если обучающийся имеет положительные оценки, как по рейтингу допуска, так и по итоговому контролю. Не явка на итоговый контроль по неуважительной причине приравнивается к оценке «не удовлетворительно». Результаты экзамена и промежуточной аттестации по дисциплине доводятся до студентов в тот же день или на следующий день, если письменный экзамен проводился во второй половине дня.

Пересдача положительной оценки по итоговому контролю с целью ее повышения не разрешается.

При наличии академической задолженности студенты повторно изучают соответствующие дисциплины на платной основе.

## 12 Список литературы

### Основная

1. Кувшинский И. А., Соболева Т. С. Курсовое проектирование процессов и аппаратов химических производств. - М.: Наука, 1981.
2. Липатов Н. Н. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: «Экономика», 1987.
3. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - Л.: Лениздат, 1981.
4. Стабников В. Н., Попов В. Д., Редько Ф. А., Лисянский В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Пищевая промышленность, 1985.  
Стабников В. Н., Попов В. Д. и др. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств. - К.: Наука, 1984.
5. Федоров Н. Е. Методы расчетов процессов и аппаратов пищевых производств. - М.: Пищевая промышленность, 1966.
6. Чубик И., Маслов А. И. Справочник теплофизических констант пищевых продуктов. - М.: Пищевая промышленность, 1972.

### Дополнительная

1. Гинзбург А. С. Сушка пищевых продуктов. - М.: Пищепромиздат, 1980.
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты в химической технологии. - М.: Госхимиздат, 1969.
3. Кук Г. Н. Процессы и аппараты в молочной промышленности - М.: Пищепромиздат, 1973.
4. Плановский А. Н., Николаев Г. И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. - М.: Госхимиздат, 1960.
5. Стабников В. Н., Баранцев В. И., Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: «Пищевая промышленность», 1985.
6. Федоров Н. Е. Процессы и аппараты в мясной промышленности. - М., 1969.
7. Чернобыльский И. Н. и др. Машины и аппараты химических производств. М.: Машгиз, 1972.