



## Программа кандидатского экзамена

### **Модуль 1. Общие понятия и определения.**

Тема 1.1. Введение. История развития учения о процессах и аппаратах. Классификация и характеристика процессов пищевой технологии.

Тема 1.2. Основные законы науки о процессах и аппаратах. Методы исследования процессов и аппаратов. Основные положения теории подобия.

### **Модуль 2. Гидромеханические процессы.**

Тема 2.1. Насосы и вентиляторы. Насосы динамического действия. Насосы объемного действия. Выбор насосов и вентиляторов.

Тема 2.2. Осаждение в гравитационном поле. Кинетика осаждения. Основы расчета отстойников. Осаждение в движущемся потоке жидкости. Конструкции отстойников периодического и непрерывного действия.

Тема 2.3. Фильтрация. Теория фильтрации. Фильтрация при постоянном давлении. Фильтрация при постоянной скорости. Фильтрация для жидкостей и фильтрация для газов. Центробежное фильтрование. Конструкции фильтров и центрифуг. Мембранные процессы: микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос, диализ; мембранные аппараты.

Тема 2.4. Перемешивание. Взвешенный слой. Перемешивание в жидкой среде. Механическое перемешивание. Расход энергии при механическом перемешивании и аэрации. Эффективность перемешивания. Конструкции мешалок. Применение перемешивающих устройств в пищевой промышленности. Условия получения взвешенного слоя. Гидродинамические характеристики взвешенного слоя. Скорость витания частиц.

### **Модуль 3. Тепловые процессы**

Тема 3.1. Способы передачи тепла: конвекция, теплопроводность и излучение. Основные законы теплообмена. Основное уравнение теплопередачи. Определение расхода теплоносителя. Нагревание и охлаждение. Способы нагревания: дымовыми газами, электрическим током, СВЧ-энергия, водяным паром, горячей водой и инфракрасным излучением. Конденсация и кипение. Материальный и энергетический балансы процессов обжарки, варки и стерилизации. Схемы паровых аппаратов. Способы охлаждения.

Тема 3.2 Теплообменники. Классификация теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам пищевых производств. Определение поверхности теплообмена и толщины изоляции аппарата. Способы интенсификации процессов теплообмена.

Тема 3.3. Выпаривание. Теоретические основы процесса выпаривания. Понятие о греющем, вторичном и экстра паре. Изменение свойств раствора при сгущении. Однокорпусная установка. Материальный и тепловой балансы выпаривания. Выбор числа корпусов. Классификация выпарных аппаратов.

Тема 3.4 Теплопередача. Основные способы передачи теплоты: теплопроводностью, конвекцией, излучением. Конвективный и сложный теплообмен.

### **Модуль 4. Массообменные процессы, основы теории массопередачи.**

Тема 4.1. Равновесие между фазами. Материальный баланс при массопередаче и уравнение рабочей линии процесса. Молекулярная и конвективная диффузия. Понятие о термодиффузионных процессах. Применение массообменных аппаратов.

Тема 4.2 Сушка. Способы обезвоживания влажных материалов. Закономерности кинетики процесса обезвоживания рыбы. Свойства влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха Л.К. Рамзина. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Кинетика сушки. Динамика сушки. Кривые сушки и скорости сушки. Классификация и схемы сушилок.

Тема 4.3 Копчение и вяление. Копчение и вяление как разновидность процесса сушки. Теоретические основы копчения и вяления. Топливо, используемое в процессе копчения. Дымогенерация и дымогенераторы. Коптильная жидкость. Схемы коптильных установок. Копчение в электростатическом поле.

Тема 4.4 Сорбция. Основные сведения. Абсорбция и адсорбция Рабочая линия процесса абсорбции. Движущая сила процесса абсорбции. Влияние температуры и давления в аппарате на процесс абсорбции. Процесс адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Адсорбенты и их свойства. Адсорбционные и абсорбционные установки

Тема 4.5 Экстрагирование. Основы теории экстрагирования. Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость. Классификация и конструкция экстрактов. Материальный и тепловой балансы процесса экстрагирования. Применение экстракторов в пищевой промышленности

Тема 4.6 Перегонка и ректификация. Классификация бинарных смесей. Основные законы перегонки. Простая перегонка. Понятие о дефлегмации. Ректификация. Материальный и тепловой балансы процесса ректификации. Определение расхода греющего пара и охлаждающей воды для ректификационной установки. Схема установки конструкции ректификационных аппаратов.

### **Модуль 5. Механические процессы.**

Тема 5.1. Измельчение. Физические основы измельчения. Способы измельчения. Классификация способов дробления. Схемы основных типов дробилок. Машины для резки рыбных продуктов. Устройства для измельчения фарша –куттеры.

Тема 5.2. Сортирование. Разделение размерам и форме частиц. Основы теории ситового анализа. Методы сортирования. Классификация и принципы действия машин для просеивания, фракционирования, сортирования рыбы. Оценка качества сортирования. Электромагнитная сепарация.

Тема 5.3. Прессование Назначение и сущность процесса прессования. Основы теории обработки пищевых продуктов давлением: отжатие жидкости, формирование пластических материалов, прессование (брикетирование). Машины для обработки материалов давлением.

### **В результате изучения дисциплины (модуля) аспирант должен:**

#### **Знать:**

- технологические процессы пищевых производств;
- основное оборудование и аппараты для проведения процессов;
- физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т.д.).

#### **Уметь:**

- проводить расчеты процессов и аппаратов пищевых производств;
- выбирать наиболее рациональные режимы работы оборудования и прогрессивные способы - осуществления процесса;
- выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции, эффективное оборудование.

#### **Владеть:**

- навыками выбора или конструирования наиболее совершенных пищевых аппаратов;
- методами математического и физического моделирования процессов и аппаратов;
- методами экспериментального исследования процессов в пищевой промышленности.

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем):

#### **Основная литература:**

1. Процессы и аппараты химической технологии : краткий курс : учебное пособие для вузов / П. Б. Громов; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т" [и др.]. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. - 204 с. : ил.
2. Технологические машины и оборудование : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 151000.62 "Технологические машины и оборудование" профиль "Пищевая инженерия малых предприятий" / В. А. Похольченко [и др.]; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2014. - 166 с.
3. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств : учеб. пособие [для бакалавров] / С. А. Бредихин, И. Н. Ким, Т. И. Ткаченко. - Москва : МОРКНИГА, 2013. - 736, [12] с. : ил.

#### **Дополнительная литература**

1. Сластухин Ю. Н. Техническая эксплуатация судовых холодильных установок : учеб. для вузов по специальности "Эксплуатация судовых энергетических установок" и по направлениям уровня бакалавриата и магистратуры "Холодильная, криогенная техника и системы

жизнеобеспечения" / Ю. Н. Сластихин, А. И. Ейдеюс, Э. Е. Елисеев ; под общ. ред. Ю. Н. Сластихин. - Москва : МОРКНИГА, 2014. - 508, [3] с.

2. Новое в технологии переработки рыбы и производстве продуктов из рыбы = Novelties in Technology of Fish Processing and Fish Products : учеб. пособие для вузов / И. В. Смирнова; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. - 139 с.

3. Выполнение технологических расчетов : учеб. пособие для вузов / Е. Г. Туршук; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. - 139 с.

4. Математические методы расчетов химических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. 04.04.01 "Химия", 18.04.01 "Химическая технология", 18.04.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Н. Г. Воронько; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2015. - 171 с.