

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

*Кафедра Технологического и
холодильного оборудования*

**Методические указания
к самостоятельному изучению дисциплины**

**«Основы теории моделирования процессов пищевых
производств»**

**для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»**

**бакалаврская программа: «Инжиниринг
технологического оборудования»**

Мурманск

2021

**Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины
«Основы теории моделирования процессов пищевых производств»
рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика
*Технологического и холодильного оборудования***

«22» июня 2021 г., протокол № 10

Составитель – Саенкова Ирина Васильевна, доцент кафедры
технологического и холодильного оборудования.

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины **«Основы теории моделирования процессов пищевых производств»** составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленности (профилю)/специализации «Инжиниринг технологического оборудования», утвержденного 20.10.2015 г., № 1170 УП, утвержденного Ученым советом МГТУ 26.03.2021, протокол № 12 и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», направленность/специализация: «Инжиниринг технологического оборудования».

Целью дисциплины является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», что предполагает освоение обучающимися теоретических знаний в области теории подобия процессов пищевых производств.

Задачи дисциплины: дать необходимые знания по основам теории подобия процессов пищевых производств.

В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:

Знать:

- технологические процессы основных отраслей промышленности;
- 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, выбирать наиболее рациональные режимы работы оборудования и прогрессивные способы осуществления процесса;

– выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции, эффективное оборудование.

Владеть:

– методами математического и физического моделирования процессов и аппаратов, экспериментального исследования процессов в основных отраслях промышленности.

Содержание разделов дисциплины:

Общие понятия и определения. Механические процессы. Гидромеханические процессы. Тепловые процессы. Массообменные процессы

Реализуемые компетенции: ОПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5.

Формы отчетности:

Очная форма обучения: семестр 5 – зачет.

Заочная форма обучения: курс 4 – зачет.

Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «**Основы теории моделирования процессов пищевых производств**» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Основы теории моделирования процессов пищевых производств»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1	ОПК-1. способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются	Знать: - способы организации процесса самообразования; Уметь: - организовать процесс самообразования, применяя

	образовательных и информационных технологий	полностью	доступные источники информации; Владеть: - навыками эффективного распределения времени и ресурсов на процесс самообразования
2	ПК-2. умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: - технологические процессы, осуществляемые в пищевой промышленности; - стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования; Уметь: - моделировать технические объекты и технологические процессы; Владеть: - навыками проведения расчетов параметров процессов, методиками обработки результатов
3	ПК-4. способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	Знать: - базовые методы исследовательской деятельности; Уметь: - применять теоретические знания в практической деятельности; Владеть: - навыками поиска информации по рассматриваемой тематике; - навыками применения современных вычислительных методов
4	ПК-5. способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизированного проектирования	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	Знать: - технологическое оборудование пищевой промышленности; - методики расчетов деталей и узлов машиностроительных конструкций; - стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования; Уметь: - применять методики расчетов для проектируемых узлов и деталей технологического оборудования; Владеть:

			- навыками работы в системах автоматизированного проектирования
--	--	--	---

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «**Основы теории моделирования процессов пищевых производств**»

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Планируемые результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1	ОПК-1. способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы организации процесса самообразования; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовать процесс самообразования, применяя доступные источники информации; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками эффективного распределения времени и ресурсов на процесс самообразования
2	ПК-2. умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы, осуществляемые в пищевой промышленности; - стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - моделировать технические объекты и технологические процессы; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения расчетов параметров процессов, методиками обработки результатов

3	ПК-4. способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовые методы исследовательской деятельности; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания в практической деятельности; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками поиска информации по рассматриваемой тематике; - навыками применения современных вычислительных методов
4	ПК-5. способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизированного проектирования	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические оборудование пищевой промышленности; - методики расчетов деталей и узлов машиностроительных конструкций; - стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методики расчетов для проектируемых узлов и деталей технологического оборудования; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы в системах автоматизированного проектирования

Целью настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине **«Основы теории моделирования процессов пищевых производств»**, при подготовке и сдаче зачета, а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

Введение

Дисциплина **«Основы теории моделирования процессов пищевых производств»** состоит из пяти модулей. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам, выполнить лабораторные и практические работы, для усвоения теории и завершить изучение модуля сдачей зачета.

Для изучения дисциплины, в составе методической литературы, обучающимся предлагается изучить литературные источники из списка. Начать изучение дисциплины следует с методических указаний для самостоятельного изучения дисциплины.

Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Таблица 3.

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
Модуль 1. Общие понятия и определения.								
Тема 1. Введение. История развития учения о процессах и аппаратах. Классификация и характеристика процессов пищевой технологии. Основные законы науки о процессах и аппаратах; методы исследования процессов и аппаратов; основные положения теории подобия.	0,5			5	2			7
Модуль 2. Механические процессы.								
Тема 1. Измельчение. Физические основы измельчения. Виды и способы измельчения. Классификация измельчительного оборудования.	0,5			5				7
Тема 2. Сортирование. Разделение по размерам и форме частиц. Основы теории ситового анализа. Методы сортирования. Классификация и принципы действия машин для просеивания, фракционирования, сортирования. Оценка качества сортирования. Магнитное сепарирование.	0,5			5				7
Тема 3. Основы теории обработки пищевых продуктов давлением: прессование и формообразование. Прессование: назначение и сущность процесса. Оборудование для обработки пищевых масс	0,5			5				7

давлением.								
Тема 4. Перемешивание. Критерии эффективности процесса перемешивания. Перемешивание жидких сред: способы. Механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Перемешивание сыпучих и пластических материалов. Применение перемешивающих устройств в пищевой промышленности. Расход энергии при механическом перемешивании. Расчет перемешивающих устройств.	1	2		6				7
Модуль 3. Гидромеханические процессы.								
Тема 1. Насосы и вентиляторы. Насосы динамического действия. Насосы объемного действия. Выбор насосов и вентиляторов.	1	2		6				7
Тема 2. Классификация неоднородных систем. Методы разделения неоднородных систем. Осаждение в гравитационном поле. Кинетика осаждения. Конструкции отстойников периодического и непрерывного действия. Методика расчета отстойников.	2		3	5				7
Тема 3. Осаждение в поле центробежных сил. Сущность процесса. Фактор разделения. Циклоны. Расчет циклонов. Центробежное отстаивание. Центрифуги: классификация. Сепараторы. Применение центрифуг, циклонов и сепараторов в пищевой промышленности.	1	2		5				7
Тема 4. Осаждение в поле электрических сил. Физическая сущность и механизм электроосаждения. Работа электрофильтра. Основы расчета электрофильтров. Принципиальные схемы аппаратов.	0,5			5				7
Тема 5. Взвешенный слой. Условия получения взвешенного слоя. Гидродинамические	1	2	3	5				7

характеристики взвешенного слоя. Скорость витания частиц. Схемы аппаратов с псевдооживленным слоем.								
Тема 6. Фильтрование. Теория фильтрации. Фильтрация при постоянном давлении. Фильтрация при постоянной скорости. Центробежное фильтрование. Конструкции фильтров и центрифуг. Мембранные процессы: классификация. Показатели мембранного процесса. Мембранные аппараты.	0,5	2		7				7
Модуль 4. Тепловые процессы.								
Тема 1. Основные понятия. Способы передачи тепла: конвекция, теплопроводность, тепловое излучение. Основные законы теплообмена. Основное уравнение теплопередачи. Нагревание и охлаждение. Способы нагревания. Способы охлаждения до обыкновенных температур и до температур ниже температуры окружающей среды. Конденсация и кипение. Уравнения теплового баланса процессов.	1		2	7				8
Тема 2. Теплообменники. Классификация и устройство теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам пищевых производств. Определение поверхности теплообмена и толщины изоляции аппарата. Способы интенсификации процессов теплообмена.	2	2		8		2		8
Тема 3. Выпаривание. Теоретические основы процесса выпаривания. Понятие о греющем, вторичном и экстра паре. Изменение свойств раствора при сгущении. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой балансы выпаривания. Классификация и устройство	0,5		2	5				6

выпарных аппаратов.								
Модуль 5. Массообменные процессы.								
Тема 1. Классификация массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Равновесие между фазами. Материальный баланс при массопередаче и уравнение рабочей линии процесса. Молекулярная и конвективная диффузия. Аппараты для проведения массообменных процессов. Кристаллизация	1			3				7
Тема 2. Сушка. Способы обезвоживания влажных материалов. Закономерности кинетики процесса сушки. 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. Копчение и вяление. Копчение и вяление как разновидность процесса сушки. Теоретические основы копчения и вяления.	1		1	7			2	8
Тема 3. Сорбция. Основные сведения. Абсорбция и адсорбция. Рабочая линия процесса абсорбции. Движущая сила процесса абсорбции. Материальный баланс абсорбции. Влияние температуры и давления в аппарате на процесс абсорбции. Процесс адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Адсорбенты и их свойства. Адсорбционные и абсорбционные установки.	1		2	7				8
Тема 4. Перегонка и ректификация. Классификация бинарных смесей. Основные законы перегонки. Простая перегонка. Диаграмма температур и тепловая диаграмма. Понятие о дефлегмации. Ректификация. Материальный и тепловой балансы	0,5		2	7				8

процесса ректификации. Аппараты для проведения перегонки и ректификации.								
Тема 5. Экстрагирование. Основы теории экстрагирования. Экстрагенты. Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость. Материальный и тепловой балансы процесса экстрагирования. Основы теории экстракции. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Треугольная диаграмма. Классификация и конструкции экстракторов.	1		2	7				7
Итого:	17		17	110	2		2	136

Таблица 4 - Перечень практических работ

№ п/п	Темы практических работ	Количество часов	
		Очная	Заочная
1	Расчет режимов течения жидкостей в трубе	3	
2	Гидродинамика взвешенного слоя	2	
3	Перемешивание в жидкой среде	3	
4	Осаждение под действием силы тяжести	2	
5	Осаждение под действием центробежной силы	7	
6	Фильтрация	2	
7	Центрифугирование	2	2
	Итого:	17	2

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Таблица 5

№ п/п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1	2	3	4	5
Основная литература				
1	Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2008. –	-	+	25

	760 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).			
2	Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - Изд.13-е, стер. - Перепечатка с изд. 1987 г. - Москва : Альянс, 2006. - 575 с.	-	+	49
3	Остриков, А.Н. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / А.Н. Остриков ; под редакцией А. Н. Острикова. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2012. — 616 с. — ISBN 978-5-98879-124-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/4887 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	+	-	-
Дополнительная литература				
4	Процессы и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1 : учебник для вузов / [А. Н. Остриков и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. - Санкт-Петербург : Гиорд, 2007. - 699, [1] с. : ил.	-	+	25
5	Процессы и аппараты пищевых производств : учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 2 / [А. Н. Остриков и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. - Санкт-Петербург : Гиорд, 2007. - С. 709-1304, [1] : ил.	-	+	25
6	Вобликова, Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков, А.В. Пермяков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-4163-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/115658 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	+	-	-

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Общие понятия и определения.

Тема 1. Введение. История развития учения о процессах и аппаратах.

Классификация и характеристика процессов пищевой технологии.

Основные законы науки о процессах и аппаратах; методы исследования процессов и аппаратов; основные положения теории подобия.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте классификацию и характеристику процессов пищевой технологии.
2. Какие основные законы науки о процессах и аппаратах вы знаете?

3. Расскажите основные законы науки о процессах и аппаратах.

Модуль 2. Механические процессы.

Тема 1. Измельчение. Физические основы измельчения. Виды и способы измельчения. Классификация измельчительного оборудования.

Тема 2. Сортирование. Разделение по размерам и форме частиц. Основы теории ситового анализа. Методы сортирования. Классификация и принципы действия машин для просеивания, фракционирования, сортирования. Оценка качества сортирования. Магнитное сепарирование.

Тема 3. Основы теории обработки пищевых продуктов давлением: прессование и формообразование. **Прессование:** назначение и сущность процесса. Оборудование для обработки пищевых масс давлением.

Тема 4. Перемешивание. Критерии эффективности процесса перемешивания. Перемешивание жидких сред: способы. Механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Перемешивание сыпучих и пластических материалов. Применение перемешивающих устройств в пищевой промышленности. Расход энергии при механическом перемешивании. Расчет перемешивающих устройств.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды и способы измельчения вы знаете?
2. Как происходит разделение по размерам и форме частиц?
3. Какие критерии эффективности процесса перемешивания вы знаете?
4. Какие способы перемешивание жидких сред вы знаете?

Модуль 3. Гидромеханические процессы.

Тема 1. Насосы и вентиляторы. Насосы динамического действия. Насосы объемного действия. Выбор насосов и вентиляторов.

Тема 2. Классификация неоднородных систем. Методы разделения неоднородных систем. **Осаждение в гравитационном поле.** Кинетика осаждения. Конструкции отстойников периодического и непрерывного действия. Методика расчета отстойников.

Тема 3. Осаждение в поле центробежных сил. Сущность процесса. Фактор разделения. Циклоны. Расчет циклонов. Центробежное отстаивание.

Центрифуги: классификация. Сепараторы. Применение центрифуг, циклонов и сепараторов в пищевой промышленности.

Тема 4. Осаждение в поле электрических сил. Физическая сущность и механизм электроосаждения. Работа электрофильтра. Основы расчета электрофильтров. Принципиальные схемы аппаратов.

Тема 5. Взвешенный слой. Условия получения взвешенного слоя. Гидродинамические характеристики взвешенного слоя. Скорость витания частиц. Схемы аппаратов с псевдоожиженным слоем.

Тема 6. Фильтрация. Теория фильтрации. Фильтрация при постоянном давлении. Фильтрация при постоянной скорости. **Центробежное фильтрование.** Конструкции фильтров и центрифуг. **Мембранные процессы:** классификация. Показатели мембранного процесса. Мембранные аппараты.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие гидромеханические процессы вы знаете?
2. Какие конструкции отстойников периодического и непрерывного действия вы знаете?
3. Осаждение в поле центробежных сил. Сущность процесса. Фактор разделения.
4. Расскажите условия получения взвешенного слоя.
5. Назовите показатели мембранного процесса.

Модуль 4. Тепловые процессы.

Тема 1. Основные понятия. Способы передачи тепла: конвекция, теплопроводность, тепловое излучение. Основные законы теплообмена. Основное уравнение теплопередачи. **Нагревание и охлаждение.** Способы нагревания. Способы охлаждения до обыкновенных температур и до температур ниже температуры окружающей среды. **Конденсация и кипение.** Уравнения теплового баланса процессов.

Тема 2. Теплообменники. Классификация и устройство теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам пищевых производств. Определение поверхности теплообмена и толщины изоляции аппарата. Способы интенсификации процессов теплообмена.

Тема 3. Выпаривание. Теоретические основы процесса выпаривания. Понятие о греющем, вторичном и экстра паре. Изменение свойств раствора при сгущении. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой балансы выпаривания. Классификация и устройство выпарных аппаратов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные способы передачи тепла вы знаете?
2. Какие способы охлаждения до обыкновенных температур и до температур ниже температуры окружающей среды вы знаете?
3. Классификация и устройство теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам пищевых производств.
4. Классификация и устройство выпарных аппаратов.

Модуль 5. Массообменные процессы.

Тема 1. Классификация массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Равновесие между фазами. Материальный баланс при массопередаче и уравнение рабочей линии процесса. Молекулярная и конвективная диффузия. Аппараты для проведения массообменных процессов. **Кристаллизация**

Тема 2. Сушка. Способы обезвоживания влажных материалов. Закономерности кинетики процесса сушки. 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. **Копчение и вяление.** Копчение и вяление как разновидности процесса сушки. Теоретические основы копчения и вяления.

Тема 3. Сорбция. Основные сведения. **Абсорбция и адсорбция.** Рабочая линия процесса абсорбции. Движущая сила процесса абсорбции. Материальный баланс 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. Перегонка и ректификация. Классификация бинарных смесей. Основные законы перегонки. Простая перегонка. Диаграмма температур и тепловая диаграмма. Понятие о дефлегмации. Ректификация.

Материальный и тепловой балансы процесса ректификации. Аппараты для проведения перегонки и ректификации.

Тема 5. Экстрагирование. Основы теории экстрагирования. Экстрагенты. Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость. Материальный и тепловой балансы процесса экстрагирования. Основы теории экстракции. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Треугольная диаграмма. Классификация и конструкции экстракторов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные законы массопередачи вы знаете?
2. Какие способы обезвоживания влажных материалов вы знаете?
3. Расскажите теоретические основы копчения и вяления.
4. Как влияет температура и давление в аппарате на процесс абсорбции?
5. Расскажите основы теории экстрагирования.

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицей № 4.