

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

14.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ***

Направление подготовки (специальность)

29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

Направленность (профиль/специализация) программы

Брендинг и химическое моделирование

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Химии
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 960)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии  
07.02.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.Л. Медяник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
14.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Химии, канд. техн. наук  Л.Г. Коляда

Рецензент:

доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  М.В. Шубина

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Л. Медяник

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Л. Медяник

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Л. Медяник

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Л. Медяник

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» является формирование знаний и навыков, необходимых для проведения процессов пищевых производств, создания безопасных и оптимальных условий работы применяемых аппаратов.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Процессы и аппараты входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Введение в направление

Физика

История

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектная деятельность

Организация технологического процесса производства кулинарной и кондитерской продукции

Основы пищевых производств

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-3	Способен проводить измерения, обрабатывать экспериментальные данные, наблюдать и корректировать параметры технологических процессов
ОПК-3.1	Использует методы и средства измерений для проведения испытаний и контроля в полиграфическом и упаковочном производствах
ОПК-3.2	Обрабатывает и анализирует результаты измерений на основе соответствующих алгоритмов и выявляет основные причины брака и недостатков в технологическом процессе
ОПК-3.3	Осуществляет контроль значений управляемых параметров технологических процессов, своевременно выявлять отклонения параметров и выполняет их корректировку

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 99,9 акад. часов;
- аудиторная – 96 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 80,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 1 Основные положения и научные основы дисциплины. Основные свойства веществ 1.1 Введение. Возникновение и развитие курса ПАПП. 1.2 Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета ПАПП. 1.3 Применение метода моделирования для исследования и расчета ПАПП. Теоремы подобия		6		4	15	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос. Тестирование	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
1.2 2 Гидромеханические процессы 2.1 Основы гидравлики. Разделение неоднородных систем. Раз-деление жидких систем. Осаждение в гравитационном поле (от-стаивание). Фильтрация. Центрифугирование. 2.2 Перемешивание в жидких средах. Затраты энергии на перемешивание ньютоновских жидкостей. 2.3 Насосы	6	8	8	8	15	Подготовка и выполнение лабораторных работ: «Определение скорости осаждения сферических частиц», «Изучение процесса фильтрации». Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос. Тестирование.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

<p>1.3 3 Теплообменные процессы</p> <p>3.1 Общие сведения. Тепловой баланс. Основное уравнение теп-лопередачи. Движущая сила теп-лообменных процессов.</p> <p>3.2 Конденсация. Конструкции теплообменных аппаратов.</p> <p>3.3 Выпаривание. Методы выпаривания. Основные величины, характеризующие работу выпарного аппарата. Элементы расчета однокорпусной выпарной установки. Конструкции</p>	4/2И	6	8	15	<p>Подготовка и выполнение лабораторной работы: «Изучение процесса теплопередачи». Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.</p>	<p>Устный опрос. Тестирование.</p>	<p>ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3</p>
<p>1.4 4. Массообменные процессы</p> <p>4.1 Механизм массопередачи. Материальный баланс при массопередаче. Основные законы массопередачи. Сорбционные процессы. Абсорбция. Адсорб-ция.</p> <p>4.2 Сушка.</p> <p>4.3 Перегонка и ректификация.</p>	8	12	8	15	<p>Подготовка и выполнение лабораторной работы: «Изучение процесса сушки». Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.</p>	<p>Устный опрос. Тестирование.</p>	<p>ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3</p>
<p>1.5 5 Механические процессы</p> <p>5.1 Измельчение, общие сведения. Физические основы измельчения. Конструкции и работа основных типов измельчающих машин.</p> <p>5.2 Обработка материалов давлением (прессование). Элементы теории обработки пищевых про-дуктов давлением. Машины для обработки материалов давлением.</p> <p>5.3 Дозирование. Классификация дозируемых материалов.</p> <p>5.4 Смешивание сыпучих мате-риалов. Способы смешивания и кинетика процесса.</p>	6	6/2И	4	20,4	<p>Подготовка и выполнение лабораторной работы: «Измельчение и классификация твердого материала». Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.</p>	<p>Устный опрос. Тестирование.</p>	<p>ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3</p>
Итого по разделу	32/2И	32/2И	32	80,4			
Итого за семестр	32/2И	32/2И	32	80,4		экзамен	
Итого по дисциплине	32/2И	32/2И	32	80,4		экзамен	

## 5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в информационной форме, где имеет место последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами, так и в форме лекций-беседы или диалога с аудиторией, лекций с применением элементов «мозговой атаки», лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Помимо этого в лекции могут использоваться элементы проблемного изложения. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Такая лекция представляет собой занятие, предполагающее инициированное преподавателем привлечение аудитории к решению крупной научной проблемы, раскрывает возможные пути ее решения, показывает теоретическую и практическую значимость достижений. На проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Полученная информация усваивается как личностное открытие еще не известного для себя знания.

Для реализации информационно-коммуникационной образовательной технологии проводятся лекции-визуализации, в ходе которых изложение теоретического материала сопровождается презентацией.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении практических занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа обучающихся является одним из наиболее эффективных средств развития потребности к будущему самообразованию. Самостоятельная работа включает в себя самые разнообразные формы учебной деятельности: выполнение домашних заданий, завершение оформления лабораторных работ, подготовка к практикуму, изучение основного и дополнительного материала по учебникам и пособиям, чтение и проработка научной литературы в библиотеке, подготовка к итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающихся должна быть направлена на закрепления теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий и подготовку к рубежному и заключительному контролю. Помимо этого, обучающиеся представляют результаты своей самостоятельной работы в виде презентаций.

При проведении текущего, промежуточного и итогового контроля основными задачами, стоящими перед преподавателем, являются: выявление степени правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний, умений и навыков.

Современные интерактивные средства позволяют экспериментировать с новыми формами контроля. Обучающимся предлагаются тесты и задачи в электронном виде, с автоматизированной системой проверки. В отличие от обычного тестирования такой способ контроля позволяет им в любое время пройти тест, проанализировать ошибки и пройти тест повторно.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Процессы и аппараты пищевой технологии производств: учебное пособие / С.А. Бредихин, А.С. Бредихин, В.Г. Жуков, Ю.В. Космодемьянский ; под редакцией С.А. Бредихина. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 544 с.: ил., табл. — ISBN 978-5-8114-1635-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/50164/#1> (дата обращения: 14.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Вобликова, Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков, А.В. Пермяков. — Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. — 212 с. — (Высшее образование: Бакалавриат).- URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=514571> (дата обращения: 14.02.2022). - Текст: электронный.

### **б) Дополнительная литература:**

1. 1. Плаксин, Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств : учебник / Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, В.А. Ларин. - Москва: Колос, 2008. - 759 с. — ISBN5-9532-0265-2. — Текст: непосредственный.

2. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» производств: учебное пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 144 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-8114-1135-1. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт].- URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/4121/#1> (дата обращения: 14.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А.А.Захарова, Л.Т. Бахшиева, Б.П. Кондауров [и др.]. - М.: Academia, 2006. - 522 с. : ил.— ISBN 5-7695-1723-9.- Текст: непосредственный.

4. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. - М. : Альянс, 2006. - 575 с. - ISBN 5-7695-1723-9. — Текст: непосредственный.

5. Жуков, В.И. Процессы и аппараты пищевых производств : /Жуков В.И. - Новосибир.: НГТУ, 2013. - 188 с.: - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=546590> (дата обращения: 14.02.2022). - Текст: электронный.

6. Пищевая промышленность: научно-производственный журнал.- ISSN 0235-2486

7. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология: научный журнал.- ISSN 0579-3009. — Текст: непосредственный.

8. Foods and Raw Materials. - ISSN: 2308-4057.— URL: [https://e.lanbook.com/journal/2942#journal\\_name](https://e.lanbook.com/journal/2942#journal_name) (дата обращения: 14.02.2022). — Текст: электронный.

9. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии - ISSN 2310-2748. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/2553?category=4738> (дата обращения: 14.02.2022). — Текст: электронный.

10. Известия вузов. Пищевая технология .- ISSN 0579-3009. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/2272?category=4738> (дата обращения: 14.02.2022). - Текст:

электронный.

**в) Методические указания:**

1.

1. Барышникова, Н. И. Процессы и аппараты пищевых производств : лабораторный практикум / Н. И. Барышникова, Л. Г. Коляда ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2937.pdf&show=dcatalogues/1/1134692/2937.pdf&view=true> (дата обращения: 14.02.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Коляда, Л. Г. Процессы и аппараты : лабораторный практикум / Л. Г. Коляда, Е. В. Тарасюк ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2936.pdf&show=dcatalogues/1/1134678/2936.pdf&view=true> (дата обращения: 14.02.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Коляда, Л.Г., Тарасюк, Е.В. Процессы и аппараты пищевых производств: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств» для студентов специальности 260501.-Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011.-30 с.-Текст: непосредственный.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Оснащение аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций.

Оснащение аудитории: Наглядные материалы: таблицы, схемы, плакаты. Электрический шкаф сушильный «СНОЛ 3,5»

Термостат электрический суховоздушный «ТС-1/80 СПУ», Весы «ВЛКТ – 500», сушильный шкаф, установка для фильтрования, электроплита, баня водяная, термометры, химическая посуда, химическая мерная посуда, химические реактивы, материалы

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Оснащение аудитории: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Оснащение аудитории: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся подразделяется на аудиторную, которая происходит как во время лабораторных занятий, и на внеаудиторную, происходящую во время подготовки отчетов по лабораторным занятиям, подготовки к устным опросам и выполнении контрольной работы.

**Вопросы для текущего контроля по дисциплине**

*Контрольные вопросы по теме «Основные положения и научные основы дисциплины. Основные свойства веществ»*

1. Перечислите физические свойства материалов.
2. Что называется плотностью?
3. Что называется удельным объемом?
4. Что называется относительной плотностью?
5. Формула для расчета плотности суспензии.
6. Формула для расчета насыпной плотности.
7. Как определяют плотность жидких продуктов?
8. Что называется кинематической вязкостью жидкостей? Каким методом ее определяют?
9. Что называется динамической вязкостью жидкостей? Как определяют динамическую вязкость?
10. Классификация основных процессов.
11. Общие принципы расчета процессов и аппаратов.
12. Методы исследования процессов и аппаратов.
13. Теория подобия. Теоремы подобия.
14. Критерии подобия.

*Контрольные вопросы по теме «Механические процессы»*

1. С какой целью применяют измельчение твердых материалов?
2. На какие виды подразделяется измельчение в зависимости от начальных и конечных размеров частиц?
3. Какими методами производится измельчение твердых материалов?
4. Что представляет открытый и замкнутый цикл измельчения?
5. Как определить степень измельчения?
6. Формула для определения среднего диаметра фракции.
7. Формула для определения среднего диаметра исходного материала.
8. Что представляет собой характеристика крупности?
9. Какие виды классификации используются в промышленности?
10. Что представляет собой ситовой анализ?
11. Из чего складывается работа, затрачиваемая на измельчение твердого материала?
12. Уравнение Ребиндера для крупного и мелкого дробления.
13. Какие типы измельчающих машин применяются в промышленности?

*Контрольные вопросы по теме «Гидромеханические процессы»*

1. Какие силы действуют на осаждающуюся частицу в жидкости и как их рассчитать?
2. Какие параметры влияют на величину скорости гравитационного осаждения твердой частицы?

3. Каким образом можно увеличить скорость осаждения?
4. Написать и дать объяснение критерию  $A_r$ .
5. Написать и дать объяснение критерию  $Re$ .
6. Чем обусловлена сила сопротивления среды?
7. Как рассчитать коэффициент сопротивления среды для разных режимов осаждения?
8. Что такое свободное и стесненное осаждение? В каком случае скорость осаждения выше и почему?
9. Как зависит скорость осаждения от формы частиц?
10. Осаждение каких частиц, крупных или мелких, лимитирует производительность отстойников?
11. От каких факторов зависит производительность отстойника?
12. Как рассчитать скорость осаждения твердой частицы?

*Контрольные вопросы по теме «Теплообменные процессы»*

1. Какие технологические процессы относятся к теплообменным?
2. Какой процесс называется теплопередачей?
3. Каков физический смысл коэффициента теплопередачи?
4. Основное уравнение теплопередачи.
5. Основной закон теплопроводности.
6. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности?
7. Какой процесс называется теплоотдачей и каким законом он описывается?
8. Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи?
9. Критериальные уравнения подобия конвективного теплообмена.
10. Какие процессы называются нагреванием, испарением, охлаждением, конденсацией?
11. Типы теплообменных аппаратов.
12. Устройство и принцип действия теплообменной аппаратуры.
13. В чем заключается процесс выпаривания?
14. Какими методами в промышленности осуществляется процесс выпаривания?
15. Устройство выпарных аппаратов.

*Контрольные вопросы по теме «Массообменные процессы»*

1. Какой процесс называется сушкой?
2. Способы удаления влаги из материала.
3. Методы сушки по способу подвода теплоты к высушиваемому материалу.
4. Что называется абсолютной влажностью, относительной влажностью, влагосодержанием, энтальпией влажного воздуха?
5. Что представляет собой диаграмма Рамзина?
6. Формы связи влаги с материалом.
7. Что является движущей силой сушки?
8. Что такое кривая сушки?

9. Какие факторы определяют скорость сушки в первом и во втором периодах сушки?
10. Каков механизм удаления влаги из материала в первом и втором периодах сушки?
11. Формула для расчета продолжительности сушки.
12. Какой процесс называется перегонкой?
13. В чем заключается сущность закона Рауля?
14. Чему равно давление паров над поверхностью бинарной смеси?
15. Какой параметр является действующей силой перегонки?
16. Какие методы применяют для разделения жидких однородных систем?
17. Что такое простая перегонка? Виды перегонки.
18. В чем заключается сущность закона Дальтона?
19. Как определяется температура кипения при перегонке с водяным паром?
20. Диаграмма для определения температуры кипения.
21. Как определить расход пара?
22. В чем заключаются различия в поведении идеальных и реальных смесей?
23. Схема простой перегонки.
24. Схема простой перегонки с дефлегмацией. С какой целью применяют дефлегмацию?

### **Примеры контрольных работ**

#### **РАСЧЕТ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА**

##### **ВАРИАНТ 1**

Подобрать насос (по напору и мощности) для перекачивания  $40 \text{ м}^3/\text{ч}$  раствора хлорида натрия при температуре  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  из открытой емкости в аппарат, работающий под избыточным давлением  $0,1 \text{ МПа}$ . Геометрическая высота подъема раствора  $15 \text{ м}$ . Длина трубопровода на линии нагнетания  $40 \text{ м}$ , на линии всасывания  $17 \text{ м}$ . На линии нагнетания имеются два отвода под углом  $110^\circ$ , шесть отводов под углом  $90^\circ$ , а также три нормальных вентиля. На всасывающем участке трубопровода установлено три прямооточных вентиля, четыре отвода под углом  $90^\circ$  ( в обоих случаях отношение радиуса поворота к диаметру трубы равно  $4$  ). Проверить возможность установки насоса на высоте  $4 \text{ м}$  над уровнем раствора в емкости.

#### **РАСЧЕТ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА**

##### **ВАРИАНТ 2**

Подобрать насос (по напору и мощности) для перекачивания  $1,3 \cdot 10^2 \text{ м}^3/\text{с}$  воды при температуре  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  из открытой емкости в аппарат, работающий под избыточным давлением  $0,2 \text{ МПа}$ . Геометрическая высота подъема воды  $25 \text{ м}$ . Длина трубопровода на линии нагнетания  $35 \text{ м}$ , на линии всасывания  $15 \text{ м}$ . На линии нагнетания имеются четыре отвода под углом  $130^\circ$ , пять отводов под углом  $90^\circ$ , а также два нормальных вентиля и один прямооточный. На всасывающем участке трубопровода установлено три прямооточных вентиля, два отвода под углом  $90^\circ$  ( в обоих случаях отношение радиуса поворота к диаметру трубы равно  $2$  ). Проверить возможность установки насоса на высоте  $3 \text{ м}$  над уровнем воды в емкости.

#### **РАСЧЕТ БАРАБАННОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА**

##### **ВАРИАНТ 1**

Рассчитать требуемую поверхность барабанного вакуум-фильтра с наружной фильтрующей поверхностью на производительность по фильтрату  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Подобрать стандартный фильтр и определить необходимое число фильтров.

Исходные данные для расчета:

- 1) перепад давления при фильтровании и промывке осадка  $6,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ;
- 2) температура фильтрования  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 3) высота слоя осадка на фильтре  $7 \text{ мм}$ ;
- 4) влажность осадка  $39 \text{ \% (масс.)}$ ;
- 5) удельное массовое сопротивление осадка  $2,72 \cdot 10^{10} \text{ м/кг}$ ;
- 6) сопротивление фильтровальной перегородки  $40,0 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1}$ ;
- 7) плотность твердой фазы  $2460 \text{ кг/м}^3$ ;
- 8) массовая концентрация твердой фазы в суспензии  $16 \text{ \% (масс.)}$ . Жидкая фаза суспензии – вода;
- 9) удельный расход воды при промывке (которая проводится при температуре  $50^\circ\text{C}$ )  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$ ;
- 10) продолжительность окончательной сушки осадка не менее  $20 \text{ с}$ .

По справочным данным определить недостающие для расчета величины: вязкость воды при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  и температуре промывки в  $\text{Па}\cdot\text{с}$ .

## **РАСЧЕТ БАРАБАННОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА**

### **ВАРИАНТ 2**

Рассчитать требуемую поверхность барабанного вакуум-фильтра с наружной фильтрующей поверхностью на производительность по фильтрату  $7 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Подобрать стандартный фильтр и определить необходимое число фильтров.

Исходные данные для расчета:

- 1) перепад давления при фильтровании и промывке осадка  $6,68 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ;
- 2) температура фильтрования  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 3) высота слоя осадка на фильтре  $7 \text{ мм}$ ;
- 4) влажность осадка  $80 \text{ \% (масс.)}$ ;
- 5) удельное массовое сопротивление осадка  $54,2 \cdot 10^{10} \text{ м/кг}$ ;
- 6) сопротивление фильтровальной перегородки  $40,0 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1}$ ;
- 7) плотность твердой фазы  $2370 \text{ кг/м}^3$ ;

8) массовая концентрация твердой фазы в суспензии 8,5 % (масс.). Жидкая фаза суспензии – вода;

9) удельный расход воды при промывке (которая проводится при температуре 50°C)  $1,5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/кг;

10) продолжительность окончательной сушки осадка не менее 32 с.

По справочным данным определить недостающие для расчета величины: вязкость воды при 20 °С и температуре промывки в Па·с.

## **РАСЧЕТ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ**

### **ВАРИАНТ 1**

Рассчитать барабанную сушилку непрерывного действия. Данные для расчета: производительность сушилки по высушенному материалу 500 кг/ч; начальная влажность материала 15 %; конечная влажность материала 0,1 %; температура влажного материала 10 °С; плотность материала 1200 кг/м<sup>3</sup>; удельная теплоемкость материала 1150 Дж/кг·К; средний диаметр частиц материала 2-4 мм; топливо – природный газ; температура газов на входе в барабан 200 °С; на выходе из барабана 80 °С; потери тепла в окружающую среду 5 %; параметры свежего воздуха: температура 10 °С, относительная влажность 72 %, давление в сушилке – атмосферное.

Состав природного газа (об.): 92,0 CH<sub>4</sub>; 0,5 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; 5,0 H<sub>2</sub>; 1,5 N<sub>2</sub>; 1,0 CO.

## **РАСЧЕТ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ**

### **ВАРИАНТ 2**

Рассчитать барабанную сушилку непрерывного действия. Данные для расчета: производительность сушилки по высушенному материалу 2150 кг/ч; начальная влажность материала 28 %; конечная влажность материала 7,0 %; температура влажного материала 10 °С; плотность материала 980 кг/м<sup>3</sup>; удельная теплоемкость материала 1220 Дж/кг·К; средний диаметр частиц материала 1-15 мм; топливо – природный газ; температура газов на входе в барабан 375 °С; на выходе из барабана 105 °С; потери тепла в окружающую среду 4 %; параметры свежего воздуха: температура 12 °С, относительная влажность 72 %, давление в сушилке – атмосферное.

Состав природного газа (об.): 92,0 CH<sub>4</sub>; 0,5 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; 4,0 H<sub>2</sub>; 2,0 N<sub>2</sub>; 1,5 CO.

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по каждой дисциплине (модулю) за определенный период обучения.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-3 Способен проводить измерения, обрабатывать экспериментальные данные, наблюдать и корректировать параметры технологических		
ОПК-3.1	Использует методы и средства измерений для проведения испытаний и контроля в полиграфическом и упаковочном производствах	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процессы типовые и специфические. Классификация изучаемых процессов и аппаратов.</li> <li>2. Движущая сила и скорость процессов Балансы массы и энергии.</li> <li>3. Аналитический, экспериментальный и синтетический методы изучения процессов.</li> <li>4. Теория подобия и теория размерностей, их применение для выражения кинетических закономерностей.</li> <li>5. Методы и задачи инженерного расчета процессов и аппаратов.</li> <li>6. Процессы типовые и специфические. Классификация изучаемых процессов и аппаратов.</li> <li>7. Движущая сила и скорость процессов Балансы массы и энергии.</li> <li>8. Процессы измельчения твердых тел. Способы измельчения. Классификация способов измельчения твердых тел. Степень измельчения.</li> <li>9. Основы теории деформации и разрушения тел. Затраты энергии на измельчение. Устройство и принцип действия аппаратов даю измельчения раскалыванием, истиранием, ударом, резанием.</li> <li>10. Процессы обработки материалов давлением. Процессы формования, экструзии, брикетирования. Устройство и принцип действия прессов и экструдеров.</li> <li>11. Процессы сортирования. Классификационные признаки сортирования тел и зернистых масс. Характеристика способов сортирования. Устройство и принцип действия основных типов аппаратов для сортирования.</li> <li>12. Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Практическое использование основного уравнения гидростатики.</li> <li>13. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>14. Режимы движения жидкости. Потери напора на местных сопротивлениях. Критериальные уравнения движения вязкой жидкости.</p> <p>15. Насосы. Классификация насосов. Основные параметры насосов.</p> <p>16. Процессы осаждения. Образование и разделение фаз дисперсных систем. Относительная скорость движения твердых, жидких или газообразных частиц в вязких средах под действием массовых сил.</p> <p>17. Процессы фильтрования. Классификация способов и режимов фильтрования, устройство фильтров и фильтрующих центрифуг. Основы теории фильтрования.</p> <p>18. Процессы перемешивания жидких, пластических, зернистых масс и порошкообразных материалов. Механическое и пневматическое перемешивание. Способы перемешивания. Затраты энергии. Устройство мешалок и смесителей.</p> <p>19. Общие положения теории и расчета теплообменных процессов и аппаратов. Классификация теплообменных процессов и аппаратов. Типы применяемых тепло- и хладоносителей.</p> <p>20. Процессы нагревания и охлаждения. Теплообменники. Типы теплообменников. Основные положения расчета теплообменников.</p> <p>21. Процессы выпаривания. Выпарные аппараты. Основные положения расчета выпарных аппаратов и многокорпусных выпарных установок.</p> <p>22. Основы массопередачи. Материальные балансы массообменных процессов. Основное уравнение массопередачи.</p> <p>23. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Конвективный перенос. Закон массоотдачи.</p> <p>24. Критериальные уравнения подобия массообменных процессов. Связь между коэффициентом массопередачи и коэффициентом массоотдачи. Основные положения расчета массообменных процессов и аппаратов.</p> <p>25. Процессы экстракции и распределение компонентов в твердых материалах. Физико-химические основы, статика, кинетика, материальный баланс.</p> <p>26. Свойства влажного воздуха. Диаграмма Рамзина. Способы удаления влаги из материала.</p> <p>27. Формы связи влаги с материалом. Статика и кинетика сушки.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>28. Конвективная сушка. Расчет процессов конвективной сушки. Основные типы сушилок. Сублимация.</p> <p>29. Сорбционные процессы. Процессы абсорбции: физические основы, материальный баланс. Типы абсорберов.</p> <p>30. Процессы адсорбции. Физико-химические основы процесса. Типы адсорбентов. Устройство адсорберов.</p> <p>31. Процессы кристаллизации. Кинетика и условия кристаллизации. методы кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Устройство кристаллизаторов.</p> <p>32. Обратный осмос и ультрафильтрация. Теоретические основы. Устройство мембранных аппаратов.</p>
ОПК-3.2	Обрабатывает и анализирует результаты измерений на основе соответствующих алгоритмов и выявляет основные причины брака и недостатков в технологическом процессе	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>1. Определить режим движения жидкости в межтрубном пространстве теплообменника типа «труба в трубе», если внутренняя труба теплообменника имеет размеры 25x2 мм, наружная 51x2,5 мм, массовый расход воды <math>G = 4000</math> кг/ч, <math>\rho = 1000</math> кг/м<sup>3</sup>, <math>\mu = 1 \cdot 10^{-3}</math> Па·с.</p> <p>2. Насос перекачивает жидкость плотностью 960 кг/м<sup>3</sup> из резервуара с атмосферным давлением в аппарат, давление в котором составляет 3,7 МПа. Высота подъема 16 м. Общее сопротивление всасывающей и нагнетающей линий 65,6 м. Определить полный напор, развиваемый насосом.</p> <p>3. По горизонтальному трубопроводу длиной 150 м необходимо подавать 10 м<sup>3</sup>/ч жидкости. Допускаемая потеря напора 10 м. Определить требуемый диаметр трубопровода, принимая коэффициент трения <math>\lambda = 0,03</math>.</p> <p>4. Определить режим течения воды в кольцевом пространстве теплообменника типа «труба в трубе». Наружная труба 96x3,5 мм, внутренняя труба 57x3 мм, расход воды 3,6</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>м<sup>3</sup>/ч, температура воды 20°С.</p> <p><b>5.</b> Определить сопротивление осадка и фильтрующей перегородки, если при прохождении через фильтр 2 м<sup>3</sup> фильтрата на фильтрующей перегородке отложилось 0,001 м<sup>3</sup> осадка. Константы фильтрования: <math>C = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2</math> и <math>K = 5,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}</math> при <math>\Delta P = 0,2 \text{ МПа}</math> (<math>\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}</math>).</p> <p><b>6.</b> Определить площадь поверхности фильтрования, если требуется отфильтровать 6 т виноматериалов за 3 часа. При лабораторном фильтровании таких же виноматериалов константы фильтрования, отнесенные к 1 м<sup>2</sup> площади фильтра, составили: <math>C = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2</math>; <math>K = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{ч}</math>. Плотность виноматериалов <math>\rho = 1080 \text{ кг}/\text{м}^3</math>.</p> <p><b>7.</b> Определить по диаграмме Рамзина энтальпию и влагосодержание воздуха при 70°С и относительной влажности 0,5.</p> <p><b>8.</b> Воздух с температурой 21°С и относительной влажностью 0,7 нагревается в калорифере до 80°С. Найти энтальпию и влагосодержание воздуха на выходе из калорифера.</p> <p><b>9.</b> Определить режим течения воды в кольцевом пространстве теплообменника типа «труба в трубе». Наружная труба 86x2,5 мм, внутренняя труба 55x2 мм, расход воды 3,8 м<sup>3</sup>/ч, температура воды 20°С.</p> <p><b>10.</b> По горизонтальному трубопроводу длиной 150 м необходимо подавать 10 м<sup>3</sup>/ч жидкости. Допускаемая потеря напора 10 м. Определить требуемый диаметр трубопровода, принимая коэффициент трения <math>\lambda = 0,03</math>.</p> <p><b>11.</b> Воздух с температурой 21°С и относительной влажностью 0,7 нагревается в калорифере до 80°С. Найти энтальпию и влагосодержание воздуха на выходе из</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>калорифера.</p> <p>12. Определить по диаграмме Рамзина энтальпию и влагосодержание воздуха при 70°С и относительной влажности 0,5.</p>
ОПК-3.3	<p>Осуществляет контроль значений управляемых параметров технологических процессов, своевременно выявлять отклонения параметров и выполняет их корректировку</p>	<p><b><i>Примерные практические задания из профессиональной деятельности:</i></b></p> <p>1. Подобрать насос (по напору и мощности) для перекачивания 40 м<sup>3</sup>/ч раствора хлорида натрия при температуре 20 °С из открытой емкости в аппарат, работающий под избыточным давлением 0,1 МПа. Геометрическая высота подъема раствора 15 м. Длина трубопровода на линии нагнетания 40 м, на линии всасывания 17 м. На линии нагнетания имеются два отвода под углом 110°, шесть отводов под углом 90°, а также три нормальных вентиля. На всасывающем участке трубопровода установлено три прямооточных вентиля, четыре отвода под углом 90° ( в обоих случаях отношение радиуса поворота к диаметру трубы равно 4 ). Проверить возможность установки насоса на высоте 4 м над уровнем раствора в емкости.</p> <p>2. Рассчитать требуемую поверхность барабанного вакуум-фильтра с наружной фильтрующей поверхностью на производительность по фильтрату 5 м<sup>3</sup>/ч. Подобрать стандартный фильтр и определить необходимое число фильтров.</p> <p>Исходные данные для расчета:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) перепад давления при фильтровании и промывке осадка 6,8 10<sup>4</sup>Па;</li> <li>2) температура фильтрования 20 °С;</li> <li>3) высота слоя осадка на фильтре 7 мм;</li> <li>4) влажность осадка 39 % (масс.);</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>5) удельное массовое сопротивление осадка <math>2,72 \cdot 10^{10}</math> м/кг;</p> <p>6) сопротивление фильтровальной перегородки <math>40,0 \cdot 10^9</math> м<sup>-1</sup>;</p> <p>7) плотность твердой фазы 2460 кг/м<sup>3</sup>;</p> <p>8) массовая концентрация твердой фазы в суспензии 16 % (масс.). Жидкая фаза суспензии – вода;</p> <p>9) удельный расход воды при промывке (которая проводится при температуре 50°C) <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> м<sup>3</sup>/кг;</p> <p>10) продолжительность окончательной сушки осадка не менее 20 с.</p> <p>По справочным данным определить недостающие для расчета величины: вязкость воды при 20 °С и температуре промывки в Па·с.</p> <p>3. Рассчитать барабанную сушилку непрерывного действия. Данные для расчета: производительность сушилки по высушенному материалу 2150 кг/ч; начальная влажность материала 28 %; конечная влажность материала 7,0 %; температура влажного материала 10 °С ; плотность материала 980 кг/м<sup>3</sup>; удельная теплоемкость материала 1220 Дж/кг·К; средний диаметр частиц материала 1-15 мм; топливо – природный газ; температура газов на входе в барабан 375 °С; на выходе из барабана 105 °С; потери тепла в окружающую среду 4 %; параметры свежего воздуха: температура 12 °С, относительная влажность 72 %, давление в сушилке – атмосферное.</p> <p>Состав природного газа (об.): 92,0 CH<sub>4</sub>; 0,5 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; 4,0 H<sub>2</sub>; 2,0 N<sub>2</sub>; 1,5 CO.</p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.