

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ / О.В. Юсупова

" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты пищевых производств»

Код и направление подготовки (специальность)	19.03.02 Продукты питания из растительного сырья
Направленность (профиль)	Продукты питания из растительного сырья
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Высшая биотехнологическая школа
Выпускающая кафедра	Высшая биотехнологическая школа
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты пищевых производств»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 1041 от 17.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат
технических наук

(должность, степень, ученое звание)

А.Н Сухоносова

(ФИО)

Заведующий кафедрой

О.В. Тупицына, доктор
технических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

Д.В Зипаев, кандидат
технических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

Г.С. Муковнина, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Заведующий выпускающей кафедрой

В.В. Бахарев, доктор
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
4.1 Содержание лекционных занятий	5
4.2 Содержание лабораторных занятий	11
4.3 Содержание практических занятий	13
4.4. Содержание самостоятельной работы	14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	15
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	17
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	17
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	17
9. Методические материалы	18
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	20

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Инженерные процессы	ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ОПК-3.1 Знать: инженерные процессы при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	Знать инженерные процессы при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов
		ОПК-3.2 Уметь: использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	Уметь использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов
		ОПК-3.3 Владеть: навыками применения знаний инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	Владеть навыками применения знаний инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-3	Прикладная механика		Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	80	80
Лабораторные работы	32	32
Лекции	32	32
Практические занятия	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	20	20
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	17	17
подготовка к участию в собеседовании	6	6
составление конспектов	11	11
Контроль	27	27
Итого: час	144	144
Итого: з.е.	4	4

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	14	12	6	4	36
2	Основные законы теплопередачи	4	4	2	4	14
3	Массообменные процессы	12	16	8	9	45
4	Механические процессы	2	0	0	0	2
	КСР	0	0	0	0	20
	Контроль	0	0	0	0	27
	Итого	32	32	16	17	144

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Тема 1.1. Принципы классификации процессов и аппаратов пищевых производств. Тема 1.2. Общие закономерности процессов переноса количества движения, энергии и массы.	Основные задачи дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств». Связь курса с предыдущими и последующими учебными дисциплинами. Принципы классификации процессов, протекающих в жидких и газообразных средах. Применение закона сохранения массы и законов термодинамики к процессам пищевой технологии. Закон сохранения массы. Закон сохранения энергии.	2
2	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Тема 1.3. Гидростатика. Тема 1.4. Гидродинамика.	Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики, его практические приложения. Основные параметры потока жидкости: скорость и расход. Установившиеся и неустановившиеся потоки. Закон внутреннего трения Ньютона. Вязкость жидкостей и газов. Характер движения реальных текучих сред. Распределение скоростей в поперечном сечении потока при ламинарном и турбулентном движении. Понятие локальной и истинной скорости.	2
3	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Тема 1.5. Гидравлические сопротивления в трубопроводах.	Сопротивление трения и местные сопротивления. Расчет коэффициентов трения. Зоны трения. Определение оптимального диаметра трубопровода. Понятие неньютоновской жидкости.	2
4	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Тема 1.6. Понятие физического и математического моделирования. Тема 1.7. Гидравлическое моделирование.	Теория подобия, ее основные принципы. Подобие условий однозначности. Инварианты подобия: критерии и симплексы. Обобщенные (критериальные) уравнения. Принципы составления математической модели процессов. Проблемы масштабного перехода и теория подобия. Структура потока. Модели гидродинамической структуры потока: идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечная, диффузионная, комбинированная. Кривые отклика.	2
5	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Тема 1.8. Гидродинамика псевдооживленных зернистых слоев.	Основные характеристики зернистого слоя: порозность, удельная поверхность, эквивалентный диаметр каналов и частиц слоя. Гидродинамика псевдооживленных зернистых слоев: скорость псевдооживления и скорость витания. Пневмо- и гидротранспорт зернистых материалов. Потери давления при пневмотранспорте. Понятие виброкипящего слоя.	2

6	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Тема 1.9. Разделение газовых и жидких гетерогенных систем. Тема 1.10. Центробежное осаждение.	Классификация неоднородных систем и методы их разделения. Осаждение под действием силы тяжести (отстаивание): скорость осаждения и ее расчет, производительность отстойников. Конструкции отстойников: отстойник полунепрерывного действия с наклонными перегородками, одноярусный гребковый отстойник непрерывного действия, многоярусные отстойники. Фактор разделения. Скорость осаждения. Конструкции циклонов и центрифуг: циклон конструкции НИИОГаз, батарейный циклон, гидроциклон, центрифуга с пульсирующим поршнем для выгрузки осадка, центрифуга со шнековым устройством для выгрузки осадка, жидкостный сепаратор тарельчатого типа, сверхцентрифуги.	2
7	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Тема 1.11. Фильтрация. Тема 1.12. Способы перемешивания.	Фильтрующие перегородки. Сжимаемые и несжимаемые осадки. Основные уравнения фильтрации. Фильтрация при постоянной скорости процесса. Фильтрация при постоянной движущей силе процесса. Конструкции фильтров: рукавный фильтр с механическим встряхиванием и обратной продувкой ткани, рамный фильтр-пресс, нутч-фильтр, барабанный вакуум-фильтр, дисковый фильтр, вибрационный фильтр, ленточный вакуум-фильтр. Способы перемешивания: пневматическое, циркуляционное, статическое, механическое. Эффективность и интенсивность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок, их выбор и области применения.	2

8	Основные законы теплопередачи	Тема 2.1. Общая характеристика процессов теплообмена. Тема 2.2. Теплопроводность. Тема 2.3. Конвективный перенос тепла.	<p>Понятие теплопередачи. Движущая сила тепловых процессов. Понятие теплоносителя. Основные теплоносители и способы подвода (отведения) тепла. Виды теплообмена: теплопроводность, теплоотдача (конвекция), тепловое излучение. Механизм передачи тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Коэффициенты теплопроводности жидкостей, газов и твердых тел. Теплопроводность одно- и многослойных плоских и цилиндрических стенок. Механизм передачи тепла конвекцией. Закон охлаждения Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Фурье – Кирхгофа). Подобие тепловых процессов. Конденсация паров: пленочная, капельная, смешанная. Влияние неконденсирующихся газов на коэффициент теплоотдачи. Кипение жидкостей: пузырьковый (ядерный) и пленочный режим.</p>	2
9	Основные законы теплопередачи	Тема 2.4. Теплопередача. Тема 2.5. Классификация теплообменников по конструктивным признакам и по назначению.	<p>Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача при постоянных температурах. Расчет коэффициентов теплопередачи для плоских и цилиндрических стенок. Определение средней разности температур между теплоносителями. Теплоизоляционные материалы и расчет толщины тепловой изоляции. Сравнительная характеристика теплообменников различных типов: кожухотрубчатых, «труба в трубе», воздушного охлаждения, пластинчатых, спиральных, выпарных, с мешалкой, «с рубашкой».</p>	2
10	Массообменные процессы	Тема 3.1. Теоретические основы массообменных процессов.	<p>Понятие массообменного процесса (МОП). Классификация и виды МОП. Движущая сила МОП. Понятие массопередачи и массоотдачи. Способы выражения состава фаз. Основное уравнение массопередачи. Равновесие в массообменных процессах: правило фаз Гиббса, фазовое равновесие, линия равновесия. Материальный баланс МОП. Уравнение рабочей линии. Направление МОП. Скорость МОП. Механизм процессов массопереноса. Основные законы диффузии: законы Фика, дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде (конвективно-массообмена). Уравнение массоотдачи (закон массоотдачи Шукарева). Подобие массообменных процессов. Уравнение массопередачи. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Выражение движущей силы массопередачи через разность концентраций.</p>	2

11	Массообменные процессы	Тема 3.2. Выражение движущей силы массопередачи через число единиц переноса. Тема 3.3. Модифицированные уравнения массопередачи.	Физический смысл числа единиц переноса. Понятие и физический смысл высоты единицы переноса (ВЕР). Гипотеза теоретической тарелки. Модифицированные уравнения массопередачи: основная характеристика – объем аппарата, высота аппарата, теоретическая тарелка (теоретическая ступень изменения концентрации). Графический расчет числа теоретических тарелок). Расчет основных размеров массообменных аппаратов: диаметр, рабочая высота, число реальных (действительных) тарелок. Основные принципы построения математических моделей массообменных аппаратов.	2
12	Массообменные процессы	Тема 3.4. Абсорбция газов. Тема 3.5. Адсорбция газов и паров.	Статика процессов абсорбции. Равновесие в системах «газ – жидкость». Основные понятия. Виды абсорбции. Закон Генри. Закон Дальтона. Влияние температуры и давления на процесс абсорбции. Закон Рауля. Расчет абсорбционных аппаратов. Уравнения материального баланса и рабочей линии процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расход абсорбента. Тепловой баланс неизотермической абсорбции. Основные принципы определения диаметра и высоты абсорбера. Устройство абсорбционных аппаратов. Классификация абсорберов по способу образования поверхности раздела фаз. Конструкция, сравнительная характеристика и области применения абсорберов различных типов. Десорбция и методы ее проведения. Основные понятия. Виды адсорбции, область применения. Классификация и характеристики промышленных адсорбентов. Изотермы адсорбции. Адсорбция в неподвижном слое адсорбента. Математическая модель процесса адсорбции в зернистом слое адсорбента. Конструктивное оформление процессов адсорбции. Сравнительная характеристика, область применения и особенности расчета адсорберов различных типов: с неподвижным слоем адсорбента, с псевдооживленным и плотно движущимся слоем адсорбента. Методы проведения десорбции.	2

13	Массообменные процессы	Тема 3.6. Перегонка и ректификация	<p>Законы равновесия в системе «жидкость – пар». Основные понятия: перегонка, низкокипящий компонент (НКК), высококипящий компонент (ВКК), относительная летучесть. Определение, область применения варианты проведения простой перегонки (дистилляции) и ректификации. Фазовое равновесие в системе «жидкость – пар»: закон Дальтона, закон Рауля. Простая перегонка (дистилляция). Процессы однократного и постепенного испарения: назначение, схемы установок, расчет (материальный и тепловой баланс). Понятие доли отгона. Ректификация. Сущность процессов, протекающих при ректификации. Схема ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси. Понятие флегмы, флегмового числа, питательной тарелки (зоны питания), укрепляющей и исчерпывающей частей колонны. Основные допущения, принимаемые для расчета процесса ректификации. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения линий изменения рабочих концентраций.</p>	2
14	Массообменные процессы	Тема 3.6. Перегонка и ректификация (продолжение).	<p>Влияние изменения температуры и давления на параметры процесса ректификации. Определение фазового состояния смеси. Расчет оптимального флегмового числа. Определение давления в колонне и температурного режима. Графическое и аналитическое определение количества тарелок в колонне. Тепловой баланс ректификационной колонны. Классификация ректификационных колонн. Конструкция и основные параметры тарелок различных типов. Виды переливных устройств. Гидравлический расчет тарелки. Определение основных размеров ректификационной колонны. Способы создания орошения и подвода тепла в колонну. Ректификация многокомпонентных смесей: аппаратное и технологическое оформление, основные принципы расчета.</p>	2

15	Массообменные процессы	Тема 3.7. Сушка. Тема 3.8. Экстракция.	Основные понятия. Виды сушки. Связь влаги с твердым материалом. Свойства влажного воздуха. Диаграмма Л.К. Рамзина. Конвективная сушка. Материальный и тепловой баланс конвективной сушки. Изображение процесса сушки на диаграмме Л. К. Рамзина. Равновесие процессов сушки. Скорость сушки. Конструктивное оформление процессов сушки. Сравнительная характеристика и область применения сушилок различных типов: радиационная, диэлектрическая, сублимационная. Оптимизация процессов сушки. Расчет процессов экстракции. Методы экстрагирования. Одно- и многоступенчатая экстракция: материальный баланс, определение состава фаз, расчет расхода экстрагента.	2
16	Механические процессы	Тема 4.1. Измельчение материалов. Тема 4.2. Сортирование и классификация твердых сыпучих материалов.	Способы и виды измельчения. Степень измельчения. Теории измельчения. Схемы циклов измельчения. Расход энергии на измельчение. Основные типы измельчающих машин для тонкого и сверхтонкого измельчения. Сита и ситовый анализ. Конструкция машин для сортировки и классификации. Гидравлическая классификация и конструкция гидравлических классификаторов.	2
Итого за семестр:				32
Итого:				32

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети.	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети.	2
2	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети (продолжение).	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети.	2

3	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети (продолжение).	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети.	2
4	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети (продолжение).	Потери давления на трение и местные сопротивления. Расчетные и экспериментальные коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений. Построение характеристики сети.	2
5	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Лабораторная работа № 2. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта.	Определение критерия Архимеда. Насыпная, кажущаяся и истинная плотности. Потери напора для псевдооживленного слоя.	2
6	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Лабораторная работа № 2. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта (продолжение).	Определение критерия Архимеда. Насыпная, кажущаяся и истинная плотности. Потери напора для псевдооживленного слоя.	2
7	Основные законы теплопередачи	Лабораторная работа № 3. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе».	Тепловой баланс и определение температурного напора для прямоточного и противоточного движения теплоносителей. Скорость теплоносителей. Коэффициенты теплоотдачи. Расчетные и экспериментальные коэффициенты теплопередачи.	2
8	Основные законы теплопередачи	Лабораторная работа № 3. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе» (продолжение).	Тепловой баланс и определение температурного напора для прямоточного и противоточного движения теплоносителей. Скорость теплоносителей. Коэффициенты теплоотдачи. Расчетные и экспериментальные коэффициенты теплопередачи.	2
9	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 4. Изучение массоотдачи в жидкой фазе.	Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи, его экспериментальное определение. Расчет коэффициента массоотдачи с использованием критериев диффузионного подобия.	2
10	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 4. Изучение массоотдачи в жидкой фазе (продолжение).	Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи, его экспериментальное определение. Расчет коэффициента массоотдачи с использованием критериев диффузионного подобия.	2
11	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 5. Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента.	Изучение зависимости коэффициента массопередачи от скорости газа. Расчет коэффициента массопередачи и коэффициента защитного действия слоя адсорбента по экспериментальным данным.	2

12	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 5. Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента (продолжение).	Изучение зависимости коэффициента массопередачи от скорости газа. Расчет коэффициента массопередачи и коэффициента защитного действия слоя адсорбента по экспериментальным данным.	2
13	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 5. Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента (продолжение).	Изучение зависимости коэффициента массопередачи от скорости газа. Расчет коэффициента массопередачи и коэффициента защитного действия слоя адсорбента по экспериментальным данным.	2
14	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 5. Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента (продолжение).	Изучение зависимости коэффициента массопередачи от скорости газа. Расчет коэффициента массопередачи и коэффициента защитного действия слоя адсорбента по экспериментальным данным.	2
15	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 6. Ректификация бинарной смеси.	Равновесие в системе жидкость-пар. Флегмовое число. Число теоретических тарелок. Конструкции контактных устройств.	2
16	Массообменные процессы	Лабораторная работа № 6. Ректификация бинарной смеси (продолжение).	Равновесие в системе жидкость-пар. Флегмовое число. Число теоретических тарелок. Конструкции контактных устройств.	2
Итого за семестр:				32
Итого:				32

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Гидростатика.	Расчет гидростатического давления на дно и стенки сосуда.	2
2	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Гидродинамика.	Расчет сопротивления гидравлической сети. Подбор насоса. Определение оптимального диаметра трубопровода.	2
3	Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Гидродинамика псевдооживленного слоя.	Расчет скорости псевдооживления сыпучих материалов.	2
4	Основные законы теплопередачи	Теплопередача.	Расчет коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи.	2

5	Массообменные процессы	Теоретические основы массообменных процессов.	Расчет движущей силы и определение направления массообменного процесса.	2
6	Массообменные процессы	Расчет абсорбера.	Расчет абсорбера. Определение средней движущей силы процесса.	2
7	Массообменные процессы	Ректификация.	Материальный баланс. Расчет температуры и давления по высоте колонны. Расчет высоты ректификационной колонны.	2
8	Массообменные процессы	Сушка.	Диаграмма состояния влажного воздуха (Л.К. Рамзина) и определение параметров воздуха по диаграмме.	2
Итого за семестр:				16
Итого:				16

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
5 семестр			
Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Подготовка к отчету (собеседованию) по лабораторной работе № 1.	Гидравлические сопротивления трубопроводов. Характеристика гидравлической сети.	1
Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Подготовка к отчету (собеседованию) по лабораторной работе № 2.	Гидродинамика зернистых слоев в условиях псевдооживления и пневмотранспорта.	1
Основы гидравлики и гидромеханические процессы	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций отстойников, фильтров, центрифуг, циклонов, мешалок, грохотов.	2
Основные законы теплопередачи	Подготовка к отчету (собеседованию) по лабораторной работе № 3.	Процесс теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе». Методика расчета коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи.	2
Основные законы теплопередачи	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций теплообменников жесткого типа и с компенсацией температурных напряжений.	2
Массообменные процессы	Подготовка к отчету (собеседованию) по лабораторной работе № 4.	Массоотдача. Критерии диффузионного подобия. Методика расчета коэффициента массоотдачи в жидкой фазе.	1

Массообменные процессы	Подготовка к отчету (собеседованию) по лабораторной работе № 5.	Адсорбенты природные и синтетические. Цеолиты. Иониты. Селективные свойства адсорбентов. Требования к промышленным адсорбентам. Понятие статической и динамической активности (емкости) адсорбента.	2
Массообменные процессы	Подготовка к отчету (собеседованию) по лабораторной работе № 6.	Периодическая ректификация в аппаратах насадочного и тарельчатого типа. Методика расчета периодической ректификации.	1
Массообменные процессы	Составление конспекта	Самостоятельное изучение конструкций контактных устройств насадочных и тарельчатых ректификационных аппаратов: назначение насадки и требования к ней; типы насадок; характеристики насадки; распределительные и опорные устройства насадочных колонн; конструкция провальных, клапанных, колпачковых тарелок; конструкция ситчатой и струйной тарелок.	5
Итого за семестр:			17
Итого:			17

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : Учеб. / А. Г. Касаткин .- 13-е изд.,стер.-Перепеч.с 9-го изд.1973 г.- М., Альянс, 2006.- 750 с.	Электронный ресурс
2	Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию: учеб. пособие / под ред. Ю. И. Дытнерского .- 5-е изд., стер.; Перепеч. с изд.1991 г.- М., Альянс, 2010.- 493 с.	Электронный ресурс
3	Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : Учеб.пособие / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков .- 14-е изд.,стер.-Перепеч.с изд.1987 г.- М., Альянс, 2007.- 575 с.	Электронный ресурс
4	Плаксин, Ю.М. Процессы и аппараты пищевых производств : Учеб. / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин .- 2-е изд.,перераб.и доп.- М., КолосС, 2006.- 759 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
5	Журавлева, Л.М. Расчет конденсатора : Учеб.-метод.пособие / Л. М. Журавлева, А. М. Чемерисова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 1999.- 57 с.	Электронный ресурс

6	Измайлов, В.Д. Расчет теплообменных аппаратов : Учеб.пособие / В. Д. Измайлов, В. В. Филиппов; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2006.- 108 с.	Электронный ресурс
7	Кретов, И.Т. Инженерные расчеты технологического оборудования предприятий бродильной промышленности : учеб.пособие / И. Т. Кретов, С. Т. Антипов, С. В. Шахов.- М, КолосС, 2006.- 391 с.	Электронный ресурс
8	Основные процессы и аппараты пищевых производств : учеб.-методич.пособие / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. Л. М. Журавлёва.- Самара, 2010.- 82 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 252	Электронный ресурс
9	Процессы и аппараты пищевых производств : тесты для самостоят.контроля знаний / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост.: Л. М. Журавлева, А. Ю. Чуркина.- Самара, 2012.- 73 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1916	Электронный ресурс
10	Расчет кипятильника ректификационной колонны : учеб.пособие / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. Л. М. Журавлева.- Самара, 2014.- 70 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 965	Электронный ресурс
11	Расчет теплообменных аппаратов пищевых производств : учеб.-метод.пособие / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост.: Л. М. Журавлёва, Н. Е. Чернышова.- Самара, 2013.- 183 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1915	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		
12	Гидравлическое сопротивление сети : метод. указания к лабораторной работе по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2018.- 22 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3397	Электронный ресурс
13	Изучение массоотдачи в жидкой фазе : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов.- Самара, 2014.- 23 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2216	Электронный ресурс
14	Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента : метод.указания к лаб.работе / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов.- Самара, 2014.- 28 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1918	Электронный ресурс
15	Изучение процесса теплообмена в теплообменнике "труба в трубе" : метод. указания к лабораторной работе по курсу "Процессы и аппараты химических производств" / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2018.- 23 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3398	Электронный ресурс
16	Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. В. В. Филиппов .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2018.- 29 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3399	Электронный ресурс

17	Филиппов, В.В. Ректификации бинарной смеси : методические указания к лабораторной работе / В. В. Филиппов; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология .- 3-е изд., испр. и доп..- Самара, 2019.- 39 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3749	Электронный ресурс
----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Консультант плюс	http://www.consultant.ru	Ресурсы открытого доступа
2	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru	Ресурсы открытого доступа
3	Сайты научно - технической библиотеки ФГБОУ СамГТУ	http://lib.sumgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

- аудитория, оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук);

- раздаточный материал «Конструкции насосов», «Конструкции теплообменников», «Конструкции массообменных аппаратов и контактных устройств»

Практические занятия

- аудитория, оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, стол, стул для

преподавателя), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук, интерактивная доска);

- пакеты ПО общего назначения.

Лабораторные занятия

- комплексная учебная лаборатория кафедры «Химическая технология и промышленная экология», оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, столы, стулья для преподавателя), оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными стендами (установками) «Ректификация бинарной смеси», «Ректификационная колонна», «Гидравлические сопротивления сети», «Скруббер», «Массоотдача в жидкой фазе», «Пневмотранспорт», агрегатом отопительным (теплообменник типа «труба в трубе»), компьютерами, электронными приборами для фиксации экспериментальных данных

Самостоятельная работа

- помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной

среде СамГТУ: читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции

работа над конспектом не может считаться завершённой. Нужно ещё восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимся выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к

индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты пищевых
производств»

**Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.03.07 «Процессы и аппараты пищевых производств»**

Код и направление подготовки (специальность)	19.03.02 Продукты питания из растительного сырья
Направленность (профиль)	Продукты питания из растительного сырья
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Высшая биотехнологическая школа
Выпускающая кафедра	Высшая биотехнологическая школа
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Инженерные процессы	ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ОПК-3.1 Знать: инженерные процессы при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	Знать инженерные процессы при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов
		ОПК-3.2 Уметь: использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	Уметь использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов
		ОПК-3.3 Владеть: навыками применения знаний инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	Владеть навыками применения знаний инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Перечень компетенций по дисциплине	Оценочные средства	
	Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
	Отчет по лабораторной работе (собеседование)	Промежуточный контроль-зачет
ОПК-3	З (ОПК-3)-3.1,3.2, 3.3. У (ОПК-3)- 3.1,3.2, 3.3. В (ОПК-3)- 3.1,3.2, 3.3.	З (ОПК-3)-3.1,3.2, 3.3. У (ОПК-3)- 3.1,3.2, 3.3. В (ОПК-3)- 3.1,3.2, 3.3.

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Перечень вопросов для собеседования (отчета по лабораторным работам)

Лабораторная работа № 1. Гидравлические сопротивления сети

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Уравнение Бернулли для движущегося потока реальной жидкости. Название каждого слагаемого и его единица измерения.
3. Понятие эквивалентного диаметра канала. Режимы движения жидкости. Физический смысл критерия Рейнольдса.
4. Расчет гидравлического сопротивления трубопровода.
5. Расчет потери энергии на преодоление сил трения. Определение коэффициента гидравлического трения для различных режимов движения потока.
6. Характеристика зон трения: гладкого и смешанного трения, автомодельной зоны.
7. Зависимость потери энергии на преодоление сил трения от скорости в турбулентном потоке жидкости для зон гладкого и смешанного трения, для автомодельной зоны.
8. Местные сопротивления: понятие, расчет потерянной энергии на преодоление местных сопротивлений. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
9. Основные характеристики турбулентного потока: истинная и осредненная локальные скорости, турбулентная вязкость и масштаб турбулентности. Модель структуры потока при движении реальной жидкости.
10. Уравнение объемного расхода и неразрывности потока. Расчет средней скорости потока. Соотношение средней и максимальной скоростей жидкости в зависимости от режима движения потока.
11. Построение характеристики сети.
12. Единицы измерения плотности, удельного веса, вязкости, расхода, давления. Соотношение между единицами измерения физических величин в различных системах.

Лабораторная работа № 2. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта

1. Применение пневмотранспорта в промышленности. Достоинства и недостатки пневмотранспорта.
2. Порозность слоя: понятие, расчет, предельные значения.
3. Влияние скорости воздуха на высоту и порозность слоя.
4. Скорость псевдооживления и скорость уноса: понятие, расчет. Влияние физических свойств транспортирующей среды (транспортирующего агента) и частиц на скорость псевдооживления.
5. Расчет общего гидравлического сопротивления пневмоствола.
6. Зависимость гидравлического сопротивления слоя зернистого материала от скорости газа.
7. Гидравлические методы измерения скорости и расхода жидкостей и газов в трубопроводах.
8. Абсолютное и избыточное давление. Приборы для измерения давления. Единицы давления. Соотношения между различными единицами давления.
9. Вязкость. Единицы измерения вязкости. Соотношение между единицами измерения вязкости в различных системах.

Лабораторная работа № 3. Изучение процесса теплообмена в теплообменнике типа «труба и трубе»

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.
2. Способы распространения тепла в пространстве, их механизм.
3. Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье. Физический смысл коэффициента теплопроводности и ориентировочные значения для газов, жидкостей, твердых тел.
4. Понятие удельной теплоемкости и энтальпии (удельного количества теплоты). Уравнение теплового баланса: с изменением агрегатного состояния теплоносителей; без изменения агрегатного состояния теплоносителей.
5. Определение средней разности температур между теплоносителями (средней движущей силы процесса теплопередачи) при различных схемах движения теплоносителей.
6. Определение средней температуры теплоносителя.
7. Закон теплоотдачи Ньютона. Физический смысл коэффициента теплоотдачи. Расчет коэффициента теплоотдачи.
8. Критерий Нуссельта. Физический смысл и расчет критерия Нуссельта для случая теплоотдачи при турбулентном движении теплоносителя в прямых трубах и каналах.

9. Обобщенные (критериальные) уравнения теплоотдачи для стационарного и нестационарного процесса в условиях естественной и вынужденной конвекции. Критерии теплового подобия, их расчет и физический смысл.

10. Коэффициент теплопередачи: физический смысл, расчет для плоской стенки, ориентировочные значения для различных случаев теплопередачи.

11. Основное уравнение теплопередачи и его использование в инженерных расчетах.

12. Единицы измерения удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности, вязкости, теплового потока, коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи в системе СИ. Соотношения между единицами измерения указанных физических величин в различных системах.

13. Конструкции теплообменных аппаратов: кожухотрубчатых (одно- и многоходовых; жесткого типа и с компенсацией температурных напряжений), типа «труба в трубе», пластинчатых, спиральных, аппаратов воздушного охлаждения.

14. Интенсификация процессов теплопередачи.

15. Со стороны какого теплоносителя и с какой целью производится оребрение теплообменной поверхности?

Лабораторная работа № 4. Исследование массоотдачи в жидкой фазе

1. Цель и порядок проведения работы, схема установки.

2. Растворимость газов в жидкостях. Влияние температуры и давления на растворимость газов.

3. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. Параметры, влияющие на процесс массоотдачи.

4. Критерии диффузионного подобия.

5. Коэффициент молекулярной диффузии: физический смысл, единицы измерения, ориентировочные значения для систем «газ – газ» и «газ – жидкость».

Лабораторная работа № 5. Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента

1. Цель работы и порядок проведения работы. Правила пуска и выключения установки.

2. Устройство насадочных колонн. Назначение насадки и требования к ней. Типы насадок. Характеристики насадки: свободный объем и удельная поверхность.

3. Уравнение объемного расхода. Понятие фиктивной и действительной средней скоростей воздуха, зависимость между этими скоростями.

4. Определение расхода воздуха и воды при выполнении работы. Используемые приборы, их расположение в схеме установки и принцип действия.

5. Понятие и расчет эквивалентного диаметра канала.

6. Понятие эквивалентного диаметра частиц нешаровой формы.

7. Расчет гидравлического сопротивления сухой и орошаемой насадки.

8. Экспериментальное измерение гидравлического сопротивления насадки.

9. Плотность орошения. Влияние плотности орошения на гидравлическое сопротивление колонны.

10. Влияние скорости воздуха на гидравлическое сопротивление насадки.

11. Гидродинамические режимы работы насадочных колонных аппаратов.

12. Распределительные и опорные устройства насадочных колонн.

13. Конструкции тарелок: провальных, клапанных, колпачковых. Конструкция ситчатой и струйной (чешуйчатой) тарелки.

14. Крепление тарелок по высоте колонны.

15. Гидродинамические режимы работы тарельчатых колонных аппаратов.

16. Роль гидравлического затвора на тарелке.

17. Расчет гидравлического сопротивления тарелки.

18. Понятие пристеночного эффекта.

Лабораторная работа № 6. Ректификация смеси этиловый спирт-вода

1. Цель работы, схема лабораторной установки, порядок проведения работы.

2. Способы выражения состава фаз.

3. Равновесие в системе «жидкость – пар»: закон Рауля, закон Дальтона, закон Рауля – Дальтона. Способы построения линии равновесия на диаграмме «состав пара – состав жидкости» (в мольных долях). Влияние давления на положение линии равновесия.

4. Физические основы разделения жидких смесей ректификацией. Понятие коэффициента относительной летучести.

5. Периодическая и непрерывная ректификация.

6. Уравнение материального баланса ректификационных колонн непрерывного и периодического действия. Уравнения рабочих линий колонн непрерывного и периодического действия и их изобра-

жение на диаграмме «состав пара – состав жидкости».

7. Понятие флегмового числа. Расчет минимального и реального флегмового числа. Влияние флегмового числа на положение рабочих линий колонны непрерывного действия.

8. Определение числа теоретических ступеней изменения концентраций (числа теоретических тарелок) для колонны непрерывного действия. Движущая сила в паровой и жидкой фазах на теоретической тарелке. Влияние давления и флегмового числа на число теоретических тарелок в колонне непрерывного действия.

9. Определение числа реальных тарелок.

10. Определение числа единиц переноса в процессе ректификации.

11. Устройство и работа периодической насадочной ректификационной колонны. Назначение конденсатора-холодильника.

12. Конструкция контактных устройств насадочных и тарельчатых ректификационных аппаратов: назначение насадки и требования к ней; типы насадок; характеристики насадки; распределительные и опорные устройства насадочных колонн; конструкция провальных, клапанных, колпачковых тарелок; конструкция ситчатой и струйной тарелок; крепление тарелок по высоте колонны.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Применение закона сохранения массы и законов термодинамики к процессам пищевой технологии.

2. Дифференциальные уравнение равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения.

3. Закон внутреннего трения Ньютона. Вязкость жидкостей и газов.

4. Характер движения реальных текучих сред. Распределение скоростей в поперечном сечении потока при ламинарном и турбулентном движении.

5. Гидравлические сопротивления в трубопроводах: сопротивление трения и местные сопротивления.

6. Определение оптимального диаметра трубопровода.

7. Основные характеристики зернистого слоя: порозность, удельная поверхность, эквивалентный диаметр каналов и частиц слоя. Расчет скорости псевдооживления и скорости витания частиц слоя.

8. Классификация неоднородных систем и методы их разделения. Расчет скорости осаждения и производительности отстойника.

9. Конструкция отстойников: отстойник полунепрерывного действия с наклонными перегородками, одноярусный гребковый отстойник непрерывного действия, многоярусные отстойники.

10. Центробежное осаждение. Фактор разделения. Скорость осаждения.

11. Конструкции циклонов и центрифуг: циклон конструкции НИИОГаз, батарейный циклон, гидроциклон, центрифуга с пульсирующим поршнем для выгрузки осадка, жидкостные сепараторы.

12. Способы перемешивания: пневматическое, циркуляционное, статическое, механическое. Расчет мощности на механическое перемешивание.

13. Конструкции мешалок, их выбор и области применения.

14. Фильтрование. Основные уравнения фильтрования.

15. Конструкция фильтров: рукавный фильтр, рамный фильтр, нутч-фильтр, ленточный вакуум-фильтр.

16. Физическое моделирование. Теория подобия и ее основные принципы. Обобщенные (критериальные) уравнения.

17. Математическое моделирование. Принципы составления математических моделей процессов пищевой технологии.

18. Гидравлическое моделирование. Модели гидродинамической структуры потока: идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечная, диффузионная, комбинированные. Кривые отклика и их использование.

19. Теплоносители и их характеристика. Теплопроводность. Уравнения теплопроводности плоских и цилиндрических стенок. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей.

20. Теплоотдача. Уравнение Ньютона. Расчет коэффициента теплоотдачи.

21. Механизм передачи тепла конвекцией. Тепловой пограничный слой. Подобие тепловых процессов.

22. Особенности теплоотдачи при изменении агрегатного состояния теплоносителей. Конденсация паров: пленочная, капельная, смешанная. Кипение жидкостей: пузырьковый (ядерный) и пленочный режимы.
23. Основное уравнение теплопередачи. Расчет коэффициента теплопередачи и площади поверхности теплообмена. Расчет средней разности температур между теплоносителями (средней движущей силы процесса).
24. Конструкция теплообменных аппаратов: кожухотрубчатых, «труба в трубе», воздушного охлаждения, пластинчатых, спиральных, выпарных, с мешалкой с «рубашкой».
25. Способы и виды измельчения. Теории измельчения. Расход энергии на измельчение. Основные типы мельниц.
26. Сортирование и классификация твердых сыпучих материалов. Конструкция классификаторов.
27. Уравнение массопередачи и его использование в инженерных расчетах.
28. Равновесие в массообменных процессах: правило фаз Гиббса, диаграммы фазового равновесия.
29. Материальный баланс массообменных процессов. Уравнение рабочей линии процесса. Определение направления массообменного процесса.
30. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Коэффициент молекулярной диффузии.
31. Дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде (конвективного массообмена). Подобие массообменных процессов.
32. Уравнение массоотдачи. Расчет коэффициентов массоотдачи.
33. Расчет коэффициентов массопередачи.
34. Расчет средней движущей силы массообменных процессов.
35. Модифицированные уравнения массопередачи.
36. Абсорбция. Закон Генри. Влияние температуры и давления на растворимость газов в жидкости.
37. Уравнение рабочей линии абсорбции. Расчет расхода абсорбента.
38. Тепловой баланс абсорбции. Определение конечной температуры абсорбента.
39. Расчет диаметра и высоты абсорбера.
40. Конструкция, сравнительная характеристика и области применения абсорберов различных типов: поверхностных, пленочных, насадочных, барботажных.
41. Десорбция и методы ее проведения.
42. Адсорбция. Изотермы адсорбции. Промышленные адсорбенты и их характеристика.
43. Адсорбция в стационарном слое адсорбента.
44. Сравнительная характеристика, области применения и особенности расчета адсорберов различных типов:
45. Методы проведения регенерации адсорбентов.
46. Процессы перегонки и ректификации: назначение, теоретические основы, расчет основных размеров ректификационных колонн.
47. Конструкция основных типов баромембранных аппаратов: мембранный фильтр-пресс, аппараты с трубчатыми и рулонными фильтрующими элементами, аппараты с полыми волокнами.
48. Области применения экстракции, физические основы процесса. Требования, предъявляемые к растворителю. Влияние температуры на процесс экстракции. Методы регенерации экстрагента. Треугольные диаграммы, их свойства. Кривая равновесия фаз жидкой тройной системы. Изображение рабочей линии экстракции на треугольной диаграмме.
49. Классификация методов проведения экстракции. Одноступенчатая экстракция: материальный баланс, определение состава фаз, расчет расхода экстрагента.
50. Классификация методов сушки. Виды связи влаги с материалом. Свойства влажного воздуха. Диаграмма Рамзина. Классификация методов сушки. Материальный и тепловой баланс сушки. Изображение процесса сушки на диаграмме Рамзина.

Далее представлены примерные варианты экзаменационных билетов.



Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»
(наименование дисциплины)

Специальность (направление) 19.03.01 Факультет ФПП Семестр 5
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Определение минимального и оптимального расхода абсорбента. Диффузионные сопротивления для хорошо и плохо растворимых газов.
2. Конструкция, работа, достоинства и недостатки клапанной тарелки.

Составитель:

Заведующий кафедрой

«___» _____ 20__ г.

«___» _____ 20__ г.



Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»
(наименование кафедры)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»
(наименование дисциплины)

Специальность (направление) 19.03.01 Факультет ФПП Семестр 5
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Конструкция, сравнительная характеристика и области применения абсорберов различных типов: поверхностных, пленочных, насадочных, барботажных.
2. Фильтрация. Основные уравнения фильтрации

Составитель:

Заведующий кафедрой

«___» _____ 20__ г.

«___» _____ 20__ г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ. ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Процедура оценивания представлена в таблице и реализуется поэтапно.

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений, обучающихся
1	Конспект по самостоятельно изученному материалу	Систематически на лекционных занятиях (письменно)	Экспертный	Зачет / незачет	Рабочая книжка преподавателя
2	Собеседование (отчет по лабораторной работе)	Систематически на лабораторных работах (устно)	Экспертный	Зачет / незачет	Рабочая книжка преподавателя
4	Экзамен	Во время сессии (5 семестр)	Экспертный	По пятибальной шкале	Рабочая книжка преподавателя, зачетная книжка, экзаменационная ведомость, учебная карточка, портфолио

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний:

- экзамен оценивается по пятибальной системе (оценка) – 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно»;

- конспект по самостоятельно изученному материалу, собеседование (отчет по лабораторным работам) оцениваются «зачет / незачет».

Шкала оценивания (интегральная оценка)

«Зачет» выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на **65 % и более** оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций **85 % и более** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично» при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций.

«Хорошо» выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на **75 % и более** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций.

«Удовлетворительно» выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций **65 % и более** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Выставляется, когда обучающийся показывает знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем **65 %** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Выставляется в том случае, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.