



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Начальник УРОПС  
Мельникова В.А.

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
**19.03.01 БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Профиль программы  
**«ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

агроинженерии и пищевых систем  
кафедра инжиниринга технологического оборудования

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ОПК-5: Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическим и процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции</p>	<p>ОПК-5.2: Понимает сущность биотехнологических процессов; готов к эксплуатации современного технологического оборудования</p>	<p>Процессы и аппараты биотехнологии</p>	<p><u>знать:</u>                      - основные процессы и аппараты биотехнологии;                      - основные принципы работы биотехнологического оборудования;  <u>уметь:</u>                      - выявлять закономерности процессов биотехнологии, проводить обобщение закономерностей гидродинамических, тепловых и массообменных процессов;                      – пользоваться методическими и нормативными материалами, техническими условиями и стандартами при расчете и выборе аппаратов;                      – выполнять экспериментальные исследования по определению реальных параметров аппаратов (в лабораторных установках);  <u>владеть:</u>                      – основным понятийным аппаратом;                      - методикой расчета аппаратов при заданных технологических параметрах процесса;                      - методами промышленной эксплуатации биотехнологических аппаратов, направленными на достижение максимальной производительности при минимальных затратах и высоком качестве готовой продукции.</p>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;

- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2. К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания для практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, соответственно относятся:

- задания для курсовой работы;
- экзаменационные вопросы по дисциплине.

### **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 В приложении № 1 приведены задания для практических занятий, оформленные в виде типовых тестовых заданий, необходимых для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций (их элементов, частей) в процессе освоения дисциплины.

Задания по указанным темам предусматривают выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа.

Сдача теста считается успешным, если даны правильные ответы на 75% вопросов каждого теста.

3.2 В приложении № 2 приведены задания и контрольные вопросы к лабораторным работам, предусмотренным рабочей программой дисциплины.

Оценка результатов выполнения задания к лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике работы.

### **4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 Задания для выполнения курсовой работы приведены в Приложении № 3

Курсовая работа предполагает комплексное использование студентом знаний по процессам и аппаратам пищевых производств. При выполнении графической части курсового проекта обязательным условием является использование компьютерной графической программы «Autocad».

По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»), которая учитывается при аттестации по дисциплине – оценке за курсовую работу.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- получившие положительную оценку при защите курсовой работы;
- получившим положительную оценку по результатам выполнения лабораторных работ;
- получившим положительную оценку по результатам тестирования.

В приложении № 4 приведены экзаменационные вопросы по дисциплине.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно- корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации,

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений		информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

## 5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры инжиниринга технологического оборудования (протокол № 3 от 21.04.2022 г.).

Заведующий кафедрой



Ю.А. Фатыхов

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры пищевой биотехнологии 18.04.2022 г. (протокол № 8).

Заведующая кафедрой



О.Я. Мезенова

## ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Тестовое задание № 1 (закрытая форма)

1. Совокупность последовательных действий для достижения определенного результата называется:

1	технологией
2	производственным процессом
3	технологическим аппаратом
4	машиной

2. Устройство, выполняющее механические движения с целью преобразования энергии и материалов – это:

1	технологический аппарат
2	машина
3	технология
4	производственный процесс

3. Процессы, связанные с переносом вещества в различных состояниях из одной фазы в другую, называются:

1	тепловые процессы
2	гидромеханические процессы
3	массообменные процессы
4	микробиологические процессы

4. К структурно-механическим свойствам пищевого сырья относится:

1	теплоемкость
2	теплопроводность
3	температуропроводность
4	вязкость

5. Масса единичного объема вещества – это:

1	плотность вещества
2	удельный вес пищевого сырья
3	теплоемкость пищевого сырья
4	вязкость вещества

6. Теплофизическое свойство пищевого сырья, зависящее от того, при каком процессе происходит обмен энергией между веществом и окружающей средой, это:

1	удельная теплоемкость
2	температуропроводность
3	теплопроводность
4	поверхностное натяжение

7. Механическая надежность аппарата характеризуется:

1	прочностью
2	долговечностью
3	металлоемкостью
4	высокоэффективностью

8. Производительность оборудования относится к:

1	технико-экономическим показателям
2	конструктивному совершенству аппаратуры
3	механической надежности машины
4	эксплуатационным достоинствам аппарата

9. Система, состоящая из жидкой дисперсионной и твердой дисперсной фаз, называется:

1	эмульсия
2	суспензия
3	пены
4	туманы

10. Система, состоящая из жидкой дисперсионной и жидкой дисперсной фаз, называется:

1	эмульсия
2	пены
3	туманы
4	суспензия

11. Система, состоящая из жидкой дисперсионной и газовой дисперсной фаз, называется:

1	пыли
2	туманы
3	пены
4	дымы

12. Процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил, сил инерции (центробежной силы) или сил электрического тока, называется:

1	фильтрование
2	центробежное фильтрование
3	осаждение
4	отстаивание

13. Конденсация – это процесс:

1	повышения температуры материалов путем подвода к ним теплоты
2	понижения температуры материалов путем отвода от них теплоты
3	превращения жидкости в пар путем подвода к ней теплоты
4	перехода вещества из паро- или газообразного состояния в жидкое путем отвода от него теплоты

14 Процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем с использованием пористой перегородки, способной пропускать жидкость и газ, но задерживающей взвешенные частицы, называется:

1	осаждение
2	центробежное фильтрование
3	фильтрование
4	отстаивание

15. Движущей силой процесса фильтрования является:

1	разность давлений
2	разность концентраций
3	разность температур
4	центробежная сила

16. Вид фильтрации, когда происходит одновременное закупоривание под фильтровальной перегородкой и отложения осадка на поверхности фильтровальной перегородки, называется:

1	фильтрованием с образованием осадка на поверхности фильтрующей перегородки
2	фильтрованием с закупориванием пор
3	промежуточным видом фильтрования

17. Способ разделения растворов путем их фильтрования под давлением через полупроницаемые мембраны, пропускающие растворитель и задерживающие молекулы или ионы растворенных веществ – это:

1	обратный осмос
2	осмос
3	электродиализ
4	ультрафильтрация

18. Процесс разделения, фракционирования и концентрирования растворов с помощью полупроницаемых мембран – это:

1	обратный осмос
2	осмос
3	ультрафильтрация
4	электродиализ

19. Процесс переноса тепловой энергии от более нагретых участков тела к менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия микрочастиц, это:

1	теплопроводность
2	тепловое излучение
3	теплоотдача
4	теплопередача

20. Законом, устанавливающим соотношение между лучеиспускательной и поглощательной способностями тел, называется закон:

1	Стефана-Больцмана
2	Кирхгофа
3	Фурье
4	Ламберта

21. Законом, который выражает изменение интенсивности излучения по различным направлениям, называется закон:

1	Фурье
2	Ламберта
3	Кирхгофа
4	Стефана-Больцмана

22. Физические параметры определены при температуре стенки в критерии:

1	Пекле
2	Фурье
3	Рейнольдса
4	Прандтля

23. Теплообменник, состоящий из ряда наружных труб большего диаметра и расположенных внутри них труб меньшего диаметра, называется:

1	типа «труба в трубе»
2	погружные змеевиковые теплообменники
3	оросительные теплообменники
4	спиральные теплообменники

24. Диффузия в газах и растворах жидкостей происходит в результате хаотического движения молекул, приводящего к переносу молекул распределяемого вещества из зоны высоких концентраций в зону низких концентраций. Данное определение основывается на:

1	первом законе Фика
2	законе Фурье
3	законе теплопроводности
4	законе Ньютона – Жукарева

25. Процесс поглощения газов или паров из газовых или паровых смесей жидкими поглотителями, это:

1	адсорбцией
2	абсорбцией
3	кристаллизацией
4	хемосорбцией

26. Экстракторы, обеспечивающие непрерывный контакт между фазами и плавное непрерывное изменение концентраций в фазах, называются:

1	ступенчатыми (секционными)
2	дифференциально-контактными экстракторами
3	смесительно-отстойными экстракторами
4	тарельчатыми

27. Сушка путем нагрева материала в поле токов высокой частоты называется:

1	СВЧ сушка
2	радиационная сушка
3	конвективная сушка
4	сублимационная сушка

28. Сушка путем передачи теплоты от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку называется:

1	воздушная сушка
2	диэлектрическая сушка
3	контактная сушка
4	сублимационная сушка

29. Критерий Рейнольдса определяется по формуле:

1	$Re = \frac{W \cdot d \cdot \rho}{\mu}$
2	$Re = \frac{W \cdot V \cdot \rho}{\mu}$
3	$Re = \frac{W \cdot d \cdot \mu}{\rho}$
4	$Re = \frac{\mu \cdot d \cdot \rho}{W}$

30. Основным уравнением теплопередачи является:

1	$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$
2	$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$
3	$Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$

### Тестовое задание № 2 (закрытая форма)

1. Физический смысл параметра  $\Delta t_{cp}$  в основном уравнении теплопередачи  $Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$ :

1	температурный градиентом
2	движущая сила процесса теплообмена
3	разность температур между внутренней и внешней сторонами теплопередающей поверхности
4	разность между начальной и конечной температурами нагреваемой среды

2. Разделение неоднородных систем осаждения возможно при ( $\gamma_{ч}$  - удельный вес частицы):

1	$\gamma_{ч} > \gamma_{воды}$
2	$\gamma_{ч} < \gamma_{воды}$
3	$\gamma_{ч} = \gamma_{воды}$

3. Физический параметр «K» в основном уравнении теплопередачи  $Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$ :

1	движущая сила процесса
2	поверхность теплопередачи
3	скорость процесса теплообмена
4	коэффициент теплопроводности
5	коэффициент теплопередачи

4. Сопротивление процесса фильтрации складывается из сопротивления:

1	слоя осадка на фильтрационной перегородке
2	фильтрационной перегородки
3	подводящих разделяемую среду и отводящих фильтрат трубчатых систем
4	слоя осадка на фильтрационной перегородке и сопротивления фильтрационной перегородки

5. При осаждении в поле гравитационных сил на частицу дисперсной фазы НЕ действует:

1	сила трения
2	сила сопротивления
3	сила Архимеда
4	центробежная сила

6. Физический параметр «F» в основном уравнении теплопередачи  $Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{ср}}$  является:

1	толщиной теплопередающей поверхности
2	поверхностью всего теплообменника
3	площадью поверхности теплопередачи
4	движущей силой процесса теплообмена

7. Закон Стокса применим для характеристик движения:

1	одиночной частицы
2	в неограниченном пространстве
3	шарообразной частицы
4	при ламинарном режиме
5	при турбулентном режиме

8. Процесс теплообмена протекает наиболее интенсивно:

1	в оросительном теплообменнике
2	в кожухотрубном теплообменнике
3	в элементном теплообменнике
4	в пластинчатом теплообменнике
5	в теплообменнике с рубашкой теплообменнике

9. Параметр «Н» в формуле  $w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$  обозначает:

1	перепад давлений
2	вязкость разделяемой системы
3	время процесса фильтрования
4	сопротивление фильтрации
5	коэффициент динамической вязкости
6	толщину слоя осадка

10. Эмульсия подлежит разделению:

1	фильтрованием
2	осаждением
3	флотацией
4	мембранным методом
5	перемешиванием
6	нагреванием

11. Поры фильтрующей перегородки в процессе фильтрации:

1	сильно изменяются
2	не изменяются
3	частично изменяются

12. Наиболее интенсивно проходит процесс теплообмена при:

1	ламинарном режиме движения жидкости
2	турбулентном режиме движения жидкости
3	переходном режиме движения жидкости

13. Скорость фильтрации рассчитывается по формуле:

1	$w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$
2	$w = \frac{dV}{dF}$
3	$w = \frac{Re \cdot \mu \cdot g}{dY}$
4	$w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$

14. Размерностью скорости фильтрации является:

1	м/с
2	м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с)
3	кг/(см)

15. Уравнением теплопроводности Фурье является:

1	$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$
2	$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$
3	$Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$
4	$Q = c \cdot G \cdot (t_2 - t_1)$

16. Параметр «Р» в формуле  $w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$  обозначает:

1	перепад давлений
2	объем фильтрующей суспензии
3	вязкость разделяемой системы
4	сопротивление фильтрации
5	коэффициент динамической вязкости

17. Можно разделить неоднородную систему при  $\rho_{ч} = \rho_{воды}$  ( $\rho$  - плотность) при помощи процесса:

1	осаждения
2	фильтрования
3	флотации
4	мембранных процессов
5	осаждения

18. Физический параметр « $\lambda$ » в уравнении теплопроводности Фурье

$$Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$$

называется коэффициентом:

1	теплопередачи
2	температуропроводности
3	теплопроводности
4	теплоотдачи

19. Физический параметр "n" в уравнении теплопроводности Фурье  $Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$  является:

1	поверхностью теплопередачи
2	толщиной слоя, через который передается теплота
3	длиной поверхности теплопередачи
4	временем процесса

20. Параметр « $\mu$ » в формуле  $w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$  обозначает:

1	перепад давлений
2	толщину слоя осадка
3	вязкость разделяемой системы
4	сопротивление фильтрации
5	коэффициент динамической вязкости

21. В гидроциклонах можно разделить:

1	суспензии
2	эмульсии
3	пыли
4	пены

22. Физический параметр "Q" в уравнении теплопроводности Фурье  $Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$  показывает:

1	количество массы, переданной через поверхность раздела фаз
2	количество тепла, переданное от одной среды к другой
3	количество тепла, переданное через поверхность теплопередачи определенной толщины

23. Параметр « $\Delta\rho$ » в критерии подобия  $Eu = \frac{\Delta P}{w^2 \cdot \rho}$  обозначает:

1	разность плотностей
2	разность удельных весов
3	разность давлений
4	мощность
5	вязкость

24. Физический параметр "F" в уравнении теплопроводности Фурье  $Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$  является:

1	длиной поверхности теплопередачи
2	площадью поверхности теплопередачи
3	толщиной слоя, через который передается теплота
4	коэффициентом теплопередачи
5	коэффициентом теплоотдачи

25. Единицами измерения коэффициента теплопередачи «К» являются:

1	кДж/(кг К)
2	Вт/(м <sup>2</sup> К)
3	Вт/(м К)
4	Па с

26. Коэффициент теплоемкости «с» измеряется в единицах:

1	кДж/кг
2	кДж/(кг К)
3	Вт/(м <sup>2</sup> К)
4	Вт/(м К)

27. Сопротивление фильтрующей перегородки  $N_{ф.п}$  является функцией:

1	$N_{ф.п} = f(t)$ , t-время
2	$N_{ф.п} = f(d_{пор})$ , $d_{пор}$ - диаметр поры
3	$N_{ф.п} = f(n)$ , n - количество пор
4	$N_{ф.п} = f(\Delta P)$ , $\Delta P$ - давление
5	$N_{ф.п} = f(w)$ , w - скорость фильтрации
6	$N_{ф.п} = f(h_{ос})$ , $h_{ос}$ - толщина слоя осадка

28. Параметр «d» в формуле  $V = \frac{d^2 \cdot (\gamma_{ч} - \gamma_{воды})}{18 \cdot \mu \cdot g}$  обозначает:

1	скорость осаждения частицы
2	удельный вес частицы
3	удельный вес дисперсионной среды
4	диаметр частицы
5	коэффициент динамической вязкости дисперсионной среды
6	ускорение свободного падения

29. Критерием гидромеханического подобия является:

1	критерий Фурье
2	критерий Био
3	критерий Фруда
4	критерий Пекле

30. Параметр « $\gamma_{ч}$ » в формуле  $V = \frac{d^2 \cdot (\gamma_{ч} - \gamma_{воды})}{18 \cdot \mu \cdot g}$  обозначает:

1	скорость осаждения частицы
2	удельный вес частицы
3	удельный вес дисперсионной среды
4	диаметр частицы
5	коэффициент динамической вязкости дисперсионной среды
6	ускорение свободного падения

### Тестовое задание № 3 (закрытая форма)

1. Параметр « $\mu$ » в формуле  $V = \frac{d^2 \cdot (\gamma_{ч} - \gamma_{воды})}{18 \cdot \mu \cdot g}$  обозначает:

1	скорость осаждения частицы
2	удельный вес частицы
3	удельный вес дисперсионной среды
4	диаметр частицы
5	коэффициент динамической вязкости
6	ускорение свободного падения

2. Параметр « $w$ » в формуле  $w = \frac{\Delta P \cdot d^2}{32 \cdot \mu \cdot l}$  обозначает:

1	скорость движения жидкости в капилляре
2	давление жидкости в капилляре
3	время процесса фильтрования
4	диаметр капилляра
5	длину капилляра
6	коэффициент кинематической вязкости

3. Параметр « $g$ » в формуле  $V = \frac{d^2 \cdot (\gamma_{ч} - \gamma_{воды})}{18 \cdot \mu \cdot g}$  обозначает:

1	скорость осаждения частицы
2	удельный вес частицы
3	удельный вес дисперсионной среды
4	диаметр частицы
5	коэффициент динамической вязкости
6	ускорение свободного падения

4. Критерием теплового подобия является критерий:

1	Фруда
2	Эйлера
3	Галилея
4	Нуссельта

5. Перемешиванием называется:

1	относительное движение отдельных частей жидкостей, газов, вязкопластичных или зернистых материалов, вызванное подводом к ним механической энергии
2	процесс, применяемый при разделении фаз многофазных дисперсных смесей посредством их пропускания через пористые перегородки, непроницаемые для частиц дисперсной фазы
3	процесс разделения жидких многофазных смесей посредством уменьшения плотности частиц дисперсной фазы при адсорбционном их взаимодействии с диспергированным газом
4	процесс разделения однородных и неоднородных систем посредством пропускания их через полупроницаемые мембраны, проницаемые для молекул растворителя и непроницаемые для молекул растворенного вещества и частиц дисперсной фазы

6. Параметр « $\Delta P$ » в критерии подобия  $Eu = \frac{\Delta P}{w^2 \cdot \rho}$  обозначает:

1	разность плотностей
2	разность удельных весов
3	разность давлений
4	мощность
5	вязкость

7. Параметр « $l$ » в формуле  $w = \frac{\Delta P \cdot d^2}{32 \cdot \mu \cdot l}$  обозначает:

1	скорость движения жидкости в капилляре
2	давление жидкости в капилляре
3	диаметр капилляра
4	время процесса фильтрования
5	длину капилляра
6	коэффициент кинематической вязкости

8. Движущей силой диффузионных процессов является:

1	разность концентраций
2	разность температур
3	разность давлений
4	сила тяжести

9. Интенсификация фильтрационного процесса может быть достигнута за счет увеличения:

1	степени разделения
2	производительности и удаления осадка
3	движущей силы и регенерации фильтрующей перегородки
4	сопротивления фильтрации

10. Периоды работы мешалки бывают:

1	пусковой и рабочий
2	спящий
3	разгонный
4	стационарный и нестационарный

11. Движущей силой тепловых процессов является:

1	разность концентраций
2	разность температур
3	разность давлений
4	сила тяжести

12. В дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств» как тепловой процесс изучается:

1	адсорбция
2	сушка
3	выпаривание
4	ректификация

13. Основным уравнением массопередачи является:

1	$M = \beta_y \cdot F \cdot (y - y_{гр})$
2	$M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_{ср}$
3	$M = -D \cdot \frac{dc}{dn} \cdot F \cdot \tau$

14. Параметр « $\mu$ » в критерии подобия  $Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$  обозначает:

1	удельное сопротивление среды
2	кинематический коэффициент вязкости
3	динамический коэффициент вязкости

15. Физический параметр « $\Delta y_{ср}$ » в основном уравнении массопередачи  $M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_{ср}$  является:

1	градиентом концентраций
2	движущей силой процесса
3	разностью концентраций между двумя точками в пределах одной фазы
4	разностью концентраций в начале и конце процесса

16. Уравнением молекулярной диффузии (закон Фика) является:

1	$M = \beta_y \cdot F \cdot (y - y_{гр})$
2	$M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_{ср}$
3	$M = -D \cdot \frac{dc}{dn} \cdot F \cdot \tau$

17. При перемешивании осадка происходит:

1	уменьшение толщины слоя осадка
2	разрушение пористой системы осадка
3	разрушение пористой системы фильтрующей перегородки
4	регенерация фильтрующей перегородки
5	изменение укладки частиц с образованием пористой системы с обновленными порами

18. Целью процесса выпаривания является:

1	уменьшение количества влаги в материале
2	обеспечить хороший контакт между различными веществами и интенсифицировать процесс растворения или химической реакции, или поглощения одного вещества другим
3	повышение концентрации сухих веществ в растворе

19. Процессы сушки, сорбции, перегонки, кристаллизации, растворения, экстрагирования, экстракции называют:

1	массообменными процессами
2	гидромеханическими процессами
3	тепловыми процессами

20. Целью и задачами курса «Процессы и аппараты пищевых производств» является:

1	изучение процессов
2	изучение машин и аппаратов
3	изучение внутренних закономерностей процессов с целью создания научно-обоснованных методов расчета процессов, аппаратов и машин

21. Нормальные условия - это

1	$p = 760$ мм. рт. ст, $T = 273$ К
2	$p = 735$ мм. рт. ст, $t = 0$ °С
3	$p = 700$ мм. рт. ст, $T = 273$ К
4	$p = 0$ мм. рт. ст, $t = 0$ °С

22. Коэффициент теплопроводности показывает:

1	какое количество жидкости проходит через $1 \text{ м}^2$ поверхности в течение единицы времени при градиенте изменения температур в направлении, перпендикулярном изотермической поверхности
2	какое количество теплоты проходит через $1 \text{ м}^2$ поверхности в течение единицы времени при градиенте изменения температур в направлении, перпендикулярном изотермической поверхности
3	какое количество вещества проходит через поверхность в течение единицы времени

23. Температура кипения зависит от:

1	вязкости
2	давления и концентрации
3	плотности

24. Процессы измельчения, сортирования, прессования, окатывания, округления называются:

1	гидромеханическими
2	механическими
3	гидравлическими
4	массообменными

25. Способ обработки материалов давлением с целью их уплотнения называется:

1	фильтрованием
2	прессованием
3	автоклавированием
4	перегонкой

26. Выпариванию подвергают системы, температуры кипения компонентов которых:

1	мало различаются
2	существенно различаются
3	одинаковы

27. Основные процессы пищевых производств делятся на:

1	гидромеханические, механические, тепловые и химические группы
2	гидромеханические, механические, тепловые, биохимические группы
3	гидромеханические, механические, тепловые, химические и биохимические группы
4	гидромеханические, механические, тепловые и массообменные группы

28. Центрифугирование относится к:

1	механическим процессам
2	гидромеханическим процессам
3	массообменным процессам
4	тепловым процессам

29. Твердые частицы осаждают из жидкостей:

1	в отстойниках
2	в сепараторах
3	на фильтрах

30. Выпаривание относится к:

1	гидромеханическим процессам
2	тепловым процессам
3	массообменным процессам
4	химическим процессам

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

**Лабораторная работа № 1:** Изучение процесса разделения суспензий.

**Задание по лабораторной работе:** Определение сопротивления фильтровальной перегородки. Определение констант фильтрования. Определение производительности фильтра по фильтрату и влажному осадку

**Контрольные вопросы:**

1. Как подразделяются процессы фильтрования по виду фильтрования?
2. Какие целевые продукты получают при очистном и продуктивном фильтровании?
3. Требования, предъявляемые к фильтровальным перегородкам. Какие материалы используют для изготовления фильтровальных перегородок?
4. Как происходит процесс фильтрования с использованием вспомогательных материалов?
5. Что является движущей силой процесса фильтрования? Способы создания движущей силы и их влияние на условия проведения процесса фильтрования.
6. Как определяется эффективность процесса разделения суспензии?
7. Как определяется удельная производительность процесса фильтрования?
8. Основные уравнения фильтрования.
9. Метод определения констант фильтрования.
10. Как определяют сопротивления фильтровальной перегородки и удельное сопротивление осадка?

**Лабораторная работа № 2:** Испытание осадительной центрифуги

**Задание по лабораторной работе:** Провести исследование разделения сред в осадительной центрифуге.

**Контрольные вопросы:**

1. Сущность процесса центрифугирования.
2. Классификация центрифуг.
3. Область применения осадительных центрифуг.
4. Конструктивные особенности осадительных центрифуг.

**Лабораторная работа № 3:** Экспериментальное определение характеристик вентилятора.

**Задание по лабораторной работе:** Экспериментально определить характеристики вентилятора.

**Контрольные вопросы:**

1. Основное уравнение центробежных машин (уравнение Эйлера).
2. Устройство центробежного вентилятора. Роль «улитки», конфузора, диффузора.
3. Рабочие характеристики вентиляторов. Рабочая точка.
4. Мощность двигателя и КПД вентиляторной установки.
5. Зависимость режима работы вентилятора от числа оборотов.

**Лабораторная работа № 4:** Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции.

**Задание по лабораторной работе:** Обобщение экспериментальных данных и представление их в критериальной зависимости при определении локальных коэффициентов

поверхности нагрева вертикальной трубы в условиях естественной конвекции в неограниченном пространстве.

**Контрольные вопросы:**

1. Какой вид теплообмена называется естественной конвекцией?
2. Напишите уравнение Ньютона.
3. Что называется коэффициентом теплоотдачи. Раскройте его физический смысл.
4. От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи?
5. Как обобщаются результаты экспериментов по исследованию теплообмена при естественной конвекции?
6. Какие критерии являются определяющими для данного вида конвекции?
7. Как определяется при проведении эксперимента количество теплоты, отдаваемое поверхностью трубы воздуху за счет естественной конвекции?

**Лабораторная работа № 5:** Изучение переходного периода процесса нагревания вертикальной трубы

**Задание по лабораторной работе:** Изучить переходный период процесса нагревания вертикальной трубы

**Контрольные вопросы:**

1. Как называется совместный перенос теплоты путем конвекции и теплопроводности?
2. Как запишется уравнение Ньютона-Рихмана для неустановившегося процесса теплоотдачи?
3. Что такое теплопередача?
4. Запишите уравнение теплопередачи для нестационарного режима.
5. Какой физический смысл коэффициента теплопередачи.

**Лабораторная работа № 6:** Испытание и расчет параметров теплообменника.

**Задание по лабораторной работе:** Ознакомление с устройством и принципом действия теплообменника. Определение величины коэффициента теплопередачи опытным путем. Определение величины коэффициента теплопередачи посредством расчета. Сравнение расчетного и опытного значения величины коэффициента теплопередачи.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие процессы называют теплоотдачей и теплопередачей?
2. Как рассчитываются коэффициенты теплоотдачи от горячего теплоносителя к разделяющей стенке и от стенки к холодному теплоносителю?
3. Сформулируйте физический смысл и укажите размерность коэффициента теплопередачи?
4. Что является целью процесса расчета теплообменного аппарата?

**Лабораторная работа № 7:** Экспериментальное определение величины температурной депрессии.

**Задание по лабораторной работе:** Краткое описание методики проведения эксперимента. Расчет температурной депрессии по основным формулам. Построение графиков зависимости температурной депрессии от концентрации раствора и давления. Сравнение депрессии, определенной экспериментально с табличными данными.

**Контрольные вопросы:**

1. Что называется температурной депрессией?
2. Объяснить с точки зрения физики возникновение температурной депрессии.
3. От чего зависит температурная депрессия?
4. Как определить температурную депрессию при нормальном давлении?

5. Как определить температурную депрессию при давлении, отличном от атмосферного?

6. Какие температурные потери возникают при выпаривании растворов в выпарных аппаратах?

**Лабораторная работа № 8:** Изучение работы змеевикового вакуум-выпарного аппарата.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение конструкции и работы змеевикового вакуумного выпарного аппарата. Определение удельного расхода пара. Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи. Аналитическое определение коэффициента теплопередачи.

**Контрольные вопросы:**

1. Назначение процесса выпаривания, условия его протекания.
2. Как устроена и работает экспериментальная выпарная установка?
3. Составить материальный баланс выпарной установки.
4. Составить тепловой баланс выпарной установки.
5. Как определяется полезная разность температур?
6. Как определяется коэффициент теплопередачи?
7. Как определяется удельный расход пара, что характеризует эта величина?
8. В чем заключается метод постепенного приближения? Как определяется истинная температура стенки змеевика?
9. Как определяется коэффициенты теплоотдачи при конденсации пара и кипении раствора?

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Студенты очной формы обучения выполняют по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» курсовую работу, связанную с анализом работы заданной технологической линии, расчетом и графическим представлением аппарата, входящего в рассматриваемую линию.

Курсовая работа представляет собой решение комплексной технической задачи, а именно:

- выбор и описание технологической схемы производства заданного пищевого продукта;
- разработка технологического процесса с описанием работы существующих аппаратов;
- проведение расчетов, необходимых для выбора аппарата из каталогов и его проектирования;
- выполнение графической части курсовой работы, выполненной в виде чертежа рассматриваемого аппарата с указанием габаритных и присоединительных размеров.

Ниже приведен ряд типовых заданий по курсовой работе.

**Задание.** Спроектировать кожухотрубный теплообменник для нагревания  $G_2$ , кг/с продукта от начальной температуры  $t_{2н}$ , °С до конечной  $t_{2к}$ , °С. Давление греющего пара –  $P$ , МПа, наружный диаметр и толщина стенки труб -  $d \cdot \delta$ , мм.

Таблица 3 - Исходные данные к заданию

Номер задания	Продукт	$t_{2н}$	$t_{2к}$	$P$	$d \cdot \delta$
1	Подсолнечное масло	18	160	1,0	38 x 2,5
2	Подсолнечное масло	15	140	0,7	38 x 2,5
3	Подсолнечное масло	18	150	0,8	25 x 2
4	Томатная масса, концентрация 8 %	30	55	0,15	38 x 2,5
5	Томатная масса, концентрация 5 %	45	80	0,2	38x 2,5
6	Томатная масса, концентрация 5 %	40	85	0,25	25 x 2
7	Сахарный сироп, концентрация 20 %	15	80	0,2	25 x 2,5
8	Сахарный сироп, концентрация 30 %	17	85	0,25	44 x 20
9	Молоко	18	90	0,2	25 x 2
0	Молоко	20	80	0,15	38 x 2,5

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G <sub>2</sub>	5,5	6,0	5,0	3,5	4,0	3,0	0,8	1,0	1,5	2

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Осаждение частиц в поле сил тяжести. Силы, действующие на частицу. Скорость осаждения.
2. Режимы движения частиц в вязкой среде (жидкости, газе). Сопротивление движению частиц. Коэффициент сопротивления, его значения при различных режимах движения частицы.
3. Скорость осаждения при ламинарном, переходном и турбулентном режиме движения частицы.
4. Критерий Архимеда и его использование в теории осаждения.
5. Производительность отстойников периодического и непрерывного действия. Конструкции отстойников для жидкости и газов.
6. Осаждение частиц под действием центробежных сил. Скорость осаждения частиц при различных режимах движения частиц.
7. Определение скорости осаждения частиц в поле центробежных сил. Производительность центрифуг.
8. Мощность на валу центрифуги. Выбор электродвигателя.
9. Конструкции центрифуг и циклонов, их работа и применение.
10. Осаждение частиц в поле электростатических сил. Принцип работы электроосадителей и основы их расчета.
11. Фильтры для газов. Мокрая очистка газов. Электроосадители.
12. Фильтрование жидкости. Движущая сила процесса. Свойства осадков. Фильтрование при постоянном перепаде давлений и при постоянной скорости процесса.
13. Уравнение Пуазейля. Вывод дифференциального уравнения фильтрования.
14. Решение дифференциального уравнения фильтрования при постоянном перепаде давлений. Определение констант фильтрования. Производительность фильтров.
15. Конструкции фильтров периодического и непрерывного действия.
16. Фильтрующие центрифуги. Барабанный и дисковый вакуум-фильтры, устройство и работа.
17. Перемешивание, разновидности процесса. Конструкции мешалок. Эффективность перемешивания.
18. Мощность, необходимая для проведения процесса перемешивания. Выбор электродвигателя.
19. Методика определения коэффициента теплоотдачи (метод последовательного приближения). Графическое решение системы уравнений теплоотдачи для определения температуры стенки.
20. Потери теплоты в окружающую среду и расчет толщины изоляции.
21. Нагревание водяным паром. Острый и глухой пар. Тепловой баланс процесса. Расход пара.
22. Конструкции теплообменников. Методика их расчета.
23. Конденсаторы поверхностные и смешения (барометрический), методика их

расчета.

24. Однократное выпаривание. Материальный и тепловой балансы однокорпусной выпарной установки. Удельный расход пара.

25. Многократное выпаривание. Схема установки. Экстра-пар. Материальный баланс процесса. Распределение удаляемого растворителя по корпусам.

26. Температурные потери при выпаривании.

27. Общая и полезная разность температур. График температур по корпусам многокорпусной выпарной установки. Распределение полезной разности температур по корпусам.

28. Тепловой баланс многокорпусной выпарной установки. Коэффициенты испарения и самоиспарения.

29. Решение системы уравнения тепловых балансов для многокорпусной выпарной установки. Расход пара на I-ый корпус, уточненное определение количества растворителя, удаляемого в каждом корпусе.

30. Конструкции выпарных аппаратов. Методика уточненного расчета многокорпусной выпарной установки.

31. Параметры влажного воздуха. Диаграмма J-x, ее построение. Изображение различных процессов на диаграмме J-x. Точка росы, температура мокрого термометра.

32. Схема конвективной сушилки. Материальные балансы процесса. Количество удаляемой влаги. Расход воздуха.

33. Тепловой баланс сушилки. Внутренний тепловой баланс сушилки. Теоретическая сушилка. Построение на диаграмме J-x процесса теоретической сушки.

34. Действительная сушилка. Построение процессов сушки на диаграмме J-x.

35. Сушка с промежуточным подогревом воздуха, сушка с рециркуляцией воздуха. Расход воздуха и теплоты.

36. Кривые сушки. Понятие о скорости сушки.

37. Скорость сушки в первом периоде. Продолжительность первого периода.

38. Скорость сушки во II периоде. Продолжительность II периода.

39. Конструкции конвективных сушилок: камерных, туннельных, ленточных, барабанных, распылительных.

40. Основы расчета контактных сушилок. Их конструкции. Радиационные сушилки.

41. Тройная точка воды. Понятие о сублимационной сушке. Применение процесса, свойства сублимированного продукта.

42. Температурный режим процесса сублимационной сушки.

43. Основные законы диффузионных процессов: равновесия фаз, Генри, Рауля.

Бинарные смеси.

44. Абсорбция. Материальный баланс процесса. Уравнение линии рабочих концентраций. Абсорберы.

45. Расчет абсорберов с использованием понятий о числе единиц переноса и высоты единицы переноса.

46. Простая и многократная перегонка. Основы расчета процесса

47. Ректификация. Ректификационная колонна, ее устройство и работа. Разновидность тарелок. Насадочные колонны.

48. Вывод уравнений линий рабочих концентраций процесса ректификации.

49. Графическое определение числа тарелок ректификационной колонны. Выбор флегмового числа. Действительное число тарелок.

50. Особенности процесса адсорбции. Разновидности адсорбентов и конструкций адсорберов. Элементы расчета адсорберов.

51. Экстрагирование. Физическая сущность процесса. Основы расчета экстракторов.