

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Гусеничные машины и прикладная механика»



УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
/ Т.Р. Змызгова /  
«03» сентября 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**19.03.01 – Биотехнология**

Направленность:  
**Биотехнология**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2021

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	32	32
Практические работы	32	32
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
<b>в том числе:</b>		
Курсовая работа	36	36
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	17	17
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	4	4
Практические работы	6	6
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>134</b>	<b>134</b>
<b>в том числе:</b>		
Курсовая работа	36	36
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	71	71
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» относится к вариативной части дисциплин Блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Введение в биотехнологию;
- Начертательная геометрия и инженерная графика.

Результаты обучения по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» необходимы для освоения последующих дисциплин:

- Инженерная энзимология;
- Биокаталитические, биосинтетические, биосенсорные технологии;
- Методы контроля и сертификации биотехнологических производств;
- Безопасность эксплуатации биотехнологических установок;
- Промышленная микробиология и биотехнология;
- Биотехнологические процессы в промышленности.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» является приобретение и усвоение студентами знаний процессов и аппаратов биотехнологии для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также практическая подготовка их к решению как конкретных производственных задач, так и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствование процессов и аппаратов биотехнологии.

Задачами освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» является изучение на базе фундаментальных законов физики и химии общих процессов, протекающих в различных производствах, изучении современных аппаратов, общих методов их расчета, путей рационализации процессов, выбора оптимальных конструкций аппаратов в конкретных производствах, в освещении основных технических проблем, научных достижений и современных тенденций использования новых физических методов обработки процессов биотехнологии в тесной взаимосвязи с вопросами технологии.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия (ПК-7).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:

- основные процессы и аппараты в биотехнологии (ПК-1, ПК-7);
- биохимические процессы (ПК-1);



- назначение, принцип действия и устройство основных аппаратов в биотехнологии (ПК-1, ПК-7).

Обучающийся должен уметь:

- применять полученные знания при выборе наиболее рациональных технологий и оборудования (ПК-1, ПК-7);
- выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов (ПК-1, ПК-7);
- работать с нормативно-технической документацией и выбирать аппараты для проведения биотехнологических процессов (ПК-1, ПК-7);
- использовать информационные сети для решения исследовательских задач по биотехнологии (ПК-1).

Обучающийся должен уметь владеть:

- навыками аналитической и практической работы по подбору аппаратов и выполнению простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования (ПК-1, ПК-7);
- навыками подбора и расчета аппаратов в профессиональной деятельности (ПК-1, ПК-7);
- навыками извлечения актуальной научно-технической информации из электронных библиотек, каталогов, баз данных (ПК-7).



## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Практические работы
Рубеж 1	1	Введение и задачи дисциплины	2	-
	2	Современные методы исследования процессов и аппаратов	2	-
	3	Основные законы тепловых и массообменных процессов	2	-
	4	Анализ протекающих в пищевых производствах процессов, их расчет	2	-
	5	Процессы и аппараты для дозирования	2	4
	6	Гидромеханические процессы	2	2
	7	Разделение неоднородных систем различными методами	2	2
	8	Процессы смешивания	2	
Рубежный контроль №1				1
Рубеж 2	9	Тепловые процессы	2	4
	10	Теплопередача в теплообменных аппаратах	2	4
	11	Выпаривание	2	4
	12	Массообменные процессы	2	
	13	Абсорбция и адсорбция	2	2
	14	Сушка	2	8
	15	Перегонка и ректификация	2	-
	16	Экстракция	2	-
Рубежный контроль №2				1
<b>Всего</b>			<b>32</b>	<b>32</b>

#### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практические работы
1	Введение и задачи дисциплины	0,5	-
4	Анализ протекающих в пищевых производствах процессов, их расчет	0,5	-
5	Процессы и аппараты для дозирования	-	2
6	Гидромеханические процессы	0,5	-
9	Тепловые процессы	0,5	-

11	Выпаривание	-	2
12	Массообменные процессы	0,5	-
13	Абсорбция и адсорбция	-	2
14	Сушка	0,5	-
15	Перегонка и ректификация	0,5	-
16	Экстракция	0,5	-
Всего		4	6

## 4.2. Содержание лекционных занятий

### Тема 1. Введение и задачи дисциплины.

Введение. Классификация основных процессов в биотехнологии и процессов пищевых производств. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам. Задачи по созданию энергоресурсосберегающих пищевых технологий, экологически чистых и безотходных производств.

### Тема 2. Современные методы исследования процессов и аппаратов.

Изучение основ физического и математического моделирования. Методы расчета нестационарных и необратимых технологических процессов. Феноменологический метод. Теория подобия. Три теоремы подобия.  $\pi$ -теорема и метод анализа размерности для получения критериального уравнения. Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений. Вывод критерия Ньютона.

### Тема 3. Основные законы тепловых и массообменных процессов.

Принцип движущей силы. Законы сохранения массы и энергии. Принцип Ле Шателье, правило фаз Гиббса. Определение оптимальных условий осуществления процессов в рациональной схеме соответствующего аппаратного оформления. Определение оптимальных условий осуществления процесса. Периодические и непрерывные процессы. Аппараты идеального вытеснения и идеального смешения.

### Тема 4. Анализ протекающих в пищевых производствах процессов, их расчет.

Механические процессы. Процессы измельчения твердых материалов. Работа дробления и резания. Устройство и работа основных типов дробилок. Прочностной расчет соответствующих аппаратов. Процессы прессования пищевых материалов.

### Тема 5. Процессы и аппараты для дозирования.

Процессы дозирования. Аппараты для дозирования. Сортирование по размерам и форме частиц. Ситовой анализ. Схемы просеивающих машин.

### Тема 6. Гидромеханические процессы.

Материальный баланс процессов разделения. Кинетика осаждения. Осаждение под действием гравитационного поля. Производительность отстойника.

### Тема 7. Разделение неоднородных систем различными методами.

Отстойники периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Фильтрование. Основное уравнение процесса фильтрования. Класси-



фикация фильтровальных аппаратов. Осаждение под действием центробежной силы. Центрифугирование. Отстойные мультигидроциклоны.

#### **Тема 8. Процессы смешивания.**

Общая характеристика процессов смешивания. Оценка эффективности процесса. Перемешивание жидких сред и пластических масс.

#### **Тема 9. Тепловые процессы.**

Процессы нагревания (методы, используемые теплоносители, их свойства). Процессы охлаждения (методы, используемые теплоносители, их свойства).

#### **Тема 10. Теплопередача в теплообменных аппаратах.**

Передача теплоты теплопроводностью и излучением. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Коэффициентами теплоотдачи. Устройство теплообменных аппаратов.

#### **Тема 11. Выпаривание.**

Однокорпусное и многокорпусное выпаривание. Устройство выпарных аппаратов. Конденсация. Устройство конденсаторов. Ферментация и ферменты. Основные понятия. Ферментативные реакции. Ферменты. Оборудование для ферментации.

#### **Тема 12. Массообменные процессы.**

Основные виды процессов массопередачи и их характеристика. Механизм процессов массопередачи. Равновесие при массопередаче. Материальный баланс массообменных процессов. Расчет основных размеров противоточного массообменного аппарата.

#### **Тема 13. Абсорбция и адсорбция.**

Аппараты для абсорбции, устройство и принцип действия. Типы насадок. Способы образования поверхности фазового контакта. Адсорбенты и их регенерация. Аппараты для адсорбции, их устройство и принцип действия.

#### **Тема 14. Сушка.**

Параметры влажного воздуха. I-X диаграмма Рамзина. Виды связи влаги с материалом. Кривые сушки и скорости сушки. Устройство сушилок.

#### **Тема 15. Перегонка и ректификация.**

Простая перегонка. Понятие о дефлегмации. Ректификация (сложная перегонка). Устройство ректификационных колонн.

#### **Тема 16. Экстракция.**

Экстрагирование из твердых тел и жидкостей. Устройство экстракторов. Пастеризация и стерилизация. Дезинфекция. Теоретические основы процессов.



### 4.3 Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практической работы	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
5	Процессы и аппараты для дозирования	Расчет процесса перемешивания суспензии	2	
5	Процессы и аппараты для дозирования	Расчет процесса перемешивания эмульсии	2	2
6	Гидромеханические процессы	Расчет барабанного вакуум-филтра	2	
7	Разделение неоднородных систем различными методами	Расчет циклона и шестеренчатого насоса	2	
Рубежный контроль №1			1	
9	Тепловые процессы	Кристаллизация и растворение	2	
9	Тепловые процессы	Теплообменные процессы. Пастеризация утилизация	2	
10	Теплопередача теплообменных аппаратах	Упрощенный расчет пластинчатого теплообменника	2	
10	Теплопередача теплообменных аппаратах	Расчет трубчатого теплообменника	2	
11	Выпаривание	Расчет калорифера. Расчет барометрического конденсатора	2	
11	Выпаривание	Исследование процесса выпаривания свекловичного сока (на ПК)	2	2
13	Абсорбция и адсорбция	Химические процессы. Исследование процесса гидролиза крахмала (на ПК)	2	2
14	Сушка	Параметры влажного воздуха. Диаграмма Рамзина	2	
14	Сушка	Расчет вальцовой сушилки	2	
14	Сушка	Расчет распылительной сушилки	2	
14	Сушка	Теоретическая действительная сушилка	2	
Рубежный контроль №2			1	
<b>Всего</b>			<b>32</b>	<b>6</b>

### 4.4 Курсовая работа

Курсовая работа выполняется с целью углубления и закрепления знаний по основополагающим темам дисциплины и приобретения навыков в решении практических задач по процессам и аппаратам биотехнологии.

Содержание курсовой работы (темы задач):

Задача 1 «Расчетно-проектировочная работа по теме: «Гидромеханические процессы».

Задача 2 «Расчетно-проектировочная работа по теме: «Теплообменные процессы».

Текстовая часть работы оформляется в тетради или на листах формата А4 объемом 10-15 страниц машинописного текста шрифтом Times New Roman 14, межстрочный интервал 1,5. Курсовая работа выполняется по индивидуальному исходным данным согласно методическим рекомендациям, указанным в разделе 8.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей или практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практической работы.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающего обучения, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических работ, защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения практических работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим работам, подготовку к рубежным контролям (для очной формы обучения), подготовку к экзамену, выполнение курсовой работы.



### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	-	<b>68</b>
Введение и задачи дисциплины	-	4
Современные методы исследования процессов и аппаратов	-	4
Основные законы тепловых и массообменных процессов	-	4
Анализ протекающих в пищевых производствах процессов, их расчет	-	8
Процессы и аппараты для дозирования	-	4
Гидромеханические процессы	-	6
Разделение неоднородных систем различными методами	-	4
Процессы смешивания	-	4
Тепловые процессы	-	4
Теплопередача в теплообменных аппаратах	-	6
Выпаривание	-	4
Массообменные процессы	-	4
Абсорбция и адсорбция	-	2
Сушка	-	4
Перегонка и ректификация	-	4
Экстракция	-	2
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>13</b>	<b>3</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>	<b>-</b>
<b>Выполнение курсовой работы</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>80</b>	<b>134</b>



## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения).
2. Отчеты студентов по практическим работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям №1, №2 (для очной формы обучения).
4. Вопросы к экзамену.
5. Курсовая работа.

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
		Распределение баллов за 5 семестр					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по практическим работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	до 16	до 32	до 12	до 10	до 30
		Примечания	16 лекций по 1 баллу	16 практических занятий по 2 балла	На 5-м практическом занятии	На последнем практическом занятии	—
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично					
3	Критерий допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические работы и курсовую работу. Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать минимальное количество баллов 68 для получения «автоматически» оценки «удовлетворительно». По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».					

№	Наименование	Содержание				
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- выполнение и защита отчетов по пропущенным практическим занятиям (до 4 баллов).</li></ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>				
Курсовая работа						
Объект оценки:	Качество пояснительной записки	Качество графической части	Качество доклада	Ритмичность выполнения	Качество защиты	Всего
Балльная оценка:	До 20	До 20	До 20	Коэффициент от 0,8 до 1,2	До 40	100

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли №1 и №2 проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 и № 2 состоят из 12 и 10 вопросов соответственно. На каждое тестирование при рубежном контроле студенту отводится время не менее 45 минут. Каждый вопрос оценивается в 1 балл. Количество вопросов для рубежного контроля № 1 – 12 вопросов, для рубежного контроля № 2 – 10 вопросов.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Экзамен проводится в форме устного собеседования. Вопросы содержатся в экзаменационном билете. Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. На подготовку к ответу студенту дается минимум 45 минут.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.



#### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

##### Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №1

1. Скорость процессов пищевых производств прямо пропорциональна ...
  - A) продолжительности процесса;
  - B) сопротивлению;
  - C) движущей силе;
  - D) количеству массы.
2. Что является движущей силой гидромеханических процессов?
  - A) материальный баланс;
  - B) перепад давления;
  - C) разность температур;
  - D) разность концентраций.
3. Если отдельные стадии процесса осуществляются в одном аппарате (машине), но в определенной последовательности, то этот процесс ...
  - A) периодический;
  - B) идеального смешения;
  - C) непрерывный;
  - D) идеального вытеснения.
4. Если концентрация во всем объеме аппарата одинакова и равна концентрации на выходе из аппарата, то это ...
  - A) аппарат периодического действия;
  - B) аппарат идеального вытеснения;
  - C) аппарат промежуточного типа;
  - D) аппарат идеального смешения.
5. Какие аппараты обеспечивают максимальную величину движущей силы?
  - A) аппараты промежуточного типа;
  - B) аппараты идеального вытеснения;
  - C) аппараты идеального смешения;
  - D) многокорпусные аппараты.
6. Если процессы описываются одним и тем же дифференциальным уравнением при подобных условиях однозначности, то такие процессы ...
  - A) идеальны;
  - B) оптимальны;
  - C) подобны;
  - D) синхронны.
7. Если не менее 95% массы порошка проходит через сито номер 355 и не более 40% массы порошка проходит через сито номер 180, то данный порошок является...
  - A) крупным;
  - B) средним;
  - C) мелким;
  - D) очень мелким.



8. Суспензии состоят ...
- А) из жидкой дисперсионной и твердой дисперсной фаз;
  - В) из двух жидких фаз, не растворяющихся одна в другой;
  - С) из жидкой дисперсионной и газовой дисперсной фаз;
  - Д) из газовой дисперсионной и твердой дисперсной фаз.
9. Фактор разделения характеризует ...
- А) работу резания;
  - В) степень очистки зерна;
  - С) отношение центробежной силы к силе тяжести;
  - Д) степень измельчения.
10. Очистка жидкости в отстойниках происходит за счет ...
- А) осаждения частиц под действием гравитационных сил;
  - В) вращения потока жидкости в неподвижном корпусе;
  - С) вращения ротора аппарата;
  - Д) прохождения через полупроницаемую перегородку.
11. Пневматическое, циркуляционное, статическое, механическое - это ...
- А) способы разделения смеси;
  - В) виды перемешивания;
  - С) способы осушивания материалов;
  - Д) способы измельчения.
12. Что является движущей силой теплообменных процессов?
- А) тепловой баланс;
  - В) перепад давлений;
  - С) разность концентраций;
  - Д) разность температур.

### **Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля № 2**

1. Спиральные, с рубашками, регенеративные, смесительные - это типы ...
- А) теплообменников;
  - В) сушилок;
  - С) абсорберов;
  - Д) мешалок.
2. С естественной циркуляцией, с принудительной циркуляцией, пленочные, роторно-пленочные - это типы ...
- А) выпарных аппаратов;
  - В) сушилок;
  - С) абсорберов;
  - Д) мешалок.
3. Разность между температурами кипения раствора и растворителя - это ...
- А) потенциал сушки;
  - В) энтальпия;
  - С) движущая сила;
  - Д) температурная депрессия.
4. Активные угли, силикагели, цеолиты, глины - это ...

- A) виды ингибиторов;
  - B) сушильные агенты;
  - C) виды адсорбентов;
  - D) теплоносители.
5. Кто разработал классификацию видов связи влаги с материалом?
- A) Д.И. Менделеев;
  - B) П.А. Ребиндер;
  - C) Л. Эйлер;
  - D) Архимед.
6. Процесс разделения однородного сыпучего материала по величине его частиц - это ...
- A) измельчение;
  - B) экстракция;
  - C) классификация;
  - D) сушка.
7. Работа внешних сил на измельчение выражается ...
- A) уравнением Шукарева;
  - B) критерием Нуссельта;
  - C) законом Фурье;
  - D) уравнением Ребиндера.
8. Отношение фактического количества водных паров в  $1\text{ м}^3$  воздуха к максимально возможному при тех же температуре и давлении - это ...
- A) влагосодержание влажного воздуха;
  - B) потенциал сушки;
  - C) энтальпия влажного воздуха;
  - D) относительная влажность воздуха.
9. Процессы измельчения, сортирования, прессования, окатывания, округления являются ...
- A) гидравлическими процессами;
  - B) механическими процессами;
  - C) гидромеханическими процессами;
  - D) массообменными процессами.
10. Очистка жидкости в фильтрах происходит за счет ...
- A) осаждения частиц под действием гравитационных сил;
  - B) вращения потока жидкости в неподвижном корпусе;
  - C) вращения ротора аппарата;
  - D) прохождения через полупроницаемую перегородку.

#### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Предмет и задачи дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии». История развития науки о процессах и аппаратах. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам. Понятие об энерго- и ресурсосберегающих пищевых технологиях, экологически безотходных производствах.



2. Классификация основных процессов в биотехнологии и процессов пищевых производств, их общая характеристика, примеры.
3. Феноменологический метод исследования процессов и аппаратов.  $\pi$ -теорема и метод анализа размерностей для получения критериального уравнения.
4. Применение теории подобия для исследования процессов и аппаратов. Понятие о подобных процессах. Геометрическое и временное подобие. Подобие физических величин, граничных и начальных условий. Три теоремы подобия.
5. Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений. Вывод критерия Ньютона.
6. Кинетические закономерности процессов пищевых производств: принцип движущей силы.
7. Законы сохранения массы и энергии. Законы термодинамического равновесия: принцип Ле Шателье и правило фаз Гиббса.
8. Определение оптимальных условий осуществления тепловых и массообменных процессов. Понятие о периодических, непрерывных и смешанных процессах.
9. Аппараты идеального смешения, идеального вытеснения и промежуточного типа. Их условные изображения и величины движущих сил.
10. Понятие об измельчении и дроблении пищевых материалов. Степень измельчения. Работа внешних сил, совершаемая при дроблении.
11. Понятие о резании пищевых материалов. Работа внешних сил, совершаемая при резании. Факторы, влияющие на усилие резания и условный модуль сжатия материала.
12. Требования, предъявляемые к измельчающим машинам. Устройство и работа щековой, гирационной и молотковой дробилок.
13. Дезинтегратор; бегуны; дисковая, валковая, шаровая, стержневая, вибрационная, жерновая, струйная, коллоидная мельницы. Их устройство и принцип действия.
14. Процесс прессования, его назначение и разновидности. Коэффициент прессования. Устройство и принцип действия гидравлического, зернового, вальцового отжимного и дискового прессов.
15. Устройство и принцип действия одношнекового экструдера, прокатывающей машины, дражировочного чана.
16. Процесс дозирования. Устройство и принцип действия весового дозатора типа АД-50-РКЗ.
17. Назначение, устройство и принцип действия шнекового (винтового), секторного (шлюзового), вальцового, тарельчатого, лоткового и плунжерного питателей.
18. Классификация зернистых материалов по размерам и форме частиц. Ситовой анализ. Движущая сила механической классификации. Понятие о севкости. Виды сит, модуль и номер сита.
19. Схемы просеивающих машин. Понятие о гидравлической классификации и воздушной сепарации.



20. Неоднородные системы и их разновидности. Материальный баланс процессов разделения. Связь между количеством и концентрацией продуктов и смеси. Понятие об эффекте разделения.
21. Кинетика осаждения под действием гравитационного поля. Вывод критериального уравнения процесса осаждения. Осаждение под действием гравитационного поля: назначение и условия проведения процесса. Производительность отстойника и пути ее повышения.
22. Устройство отстойников периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Многоярусный отстойник.
23. Процесс фильтрования. Фильтрование очистное и продуктивное, с образованием осадка на поверхности и с закупориванием пор. Ультрафильтрация и аппарат для ультрафильтрации. Вывод основного уравнения процесса фильтрования.
24. Фильтры периодического и непрерывного действия. Устройство и работа нутч-фильтра, рамного фильтр-пресса, барабанного вакуум-фильтра, дискового вакуумного фильтра и ленточного фильтра.
25. Осаждение под действием центробежной силы. Фактор разделения. Устройство и принцип действия отстойной центрифуги, фильтрующей центрифуги и гидроциклона. Мультигидроциклон и батарея гидроциклонов.
26. Задачи очистки воздуха и промышленных газов. Устройство и работа пылеосадительной камеры, отстойного газохода, трубчатого электрофильтра.
27. Устройство и принцип действия циклона и батарейного циклона. Разновидности циклонов, применяемых в пищевой промышленности.
28. Процессы смешивания, их назначение, оценка эффективности. Способы и устройства для перемешивания жидких сред и пластичных масс.
29. Процесс нагревания. Особенности нагревания водой, водяным паром, топочными газами и электрическим током. Понятие о перегретой воде, глухом и остром паре, печах прямого и косвенного действия, ТЭН и ВОТ.
30. Процесс охлаждения. Особенности охлаждения водой, льдом, воздухом, рассолами, аммиаком, углекислым газом и фреонами.
31. Передача теплоты теплопроводностью и излучением. Законы Фурье и Стефана-Больцмана. Понятие о сером теле. Степень черноты тела.
32. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Основной закон теплоотдачи. Критериальное уравнение конвективного теплообмена, физическая сущность входящих в уравнение критериев.
33. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Связь коэффициента теплопередачи с коэффициентами теплоотдачи.
34. Назначение теплообменников. Понятие о рекуперативных, регенеративных и смешительных теплообменниках. Устройство и принцип действия пластинчатого и регенеративного теплообменников.
35. Устройство и принцип действия рекуперативных теплообменников.
36. Конденсация и ее применение. Теплота конденсации, тепловой баланс процесса конденсации. Перегретый пар. Удельная энтальпия перегретого пара. Основные положения и формулы расчета барометрического конденсатора.



37. Процесс псевдооживления сыпучего материала: стадии, свойства, применение. Понятие о порозности слоя и об эквивалентном диаметре частиц.
38. Аппараты для конденсации. Понятие о поверхностном, контактном и смесительном конденсаторах. Устройство и принцип действия мокрого прямоточного конденсатора и противоточного сухого конденсатора смешения.
39. Понятие о массообменных процессах и массопередаче. Характеристика основных видов массопередачи. Кинетика массопередачи (равновесное состояние, равновесная концентрация, равновесные зависимости и коэффициент распределения). Движущая сила массообменных процессов. Вывод основного уравнения массопередачи.
40. Материальный баланс массообменных процессов при прямоточном и противоточном движении фаз. Рабочая линия и характер изменения движущей силы такого процесса. Расчет основных размеров противоточного массообменного аппарата (основные положения и формулы).
41. Абсорбция, ее виды и применение. Устройство распыливающих, поверхностных и пленочных аппаратов для абсорбции.
42. Насадочные абсорберы. Требования, предъявляемые к насадкам. Виды насадок. Устройство насадочного абсорбера. Режимы работы насадочных абсорберов.
43. Барботажные абсорберы. Устройство тарельчатых барботажных колонн: колонны с провальными и струйными тарелками, с ситчатыми тарелками с переливными устройствами. Устройство колпачковой тарелки.
44. Понятие об адсорбции и десорбции. Адсорбенты, их характеристика и области применения.
45. Устройство и последовательность работы адсорбера.
46. Влажный воздух. Параметры влажного воздуха: абсолютная влажность, относительная влажность, влагосодержание, плотность, энтальпия. Связь между основными параметрами влажного воздуха: между влагосодержанием и относительной влажностью; между энтальпией и влагосодержанием.
47. I-X диаграмма Рамзина, ее оси и изолинии. Изображение на диаграмме Рамзина основных процессов изменения состояния воздуха: нагревание, охлаждение, конденсация.
48. Виды связи влаги с материалом. Петля гистерезиса.
49. Сушка. Конвективная сушка. Понятия о влажности, влагосодержании, о кривой сушки и о кривой скорости сушки. Периоды процесса сушки. Вид, движущая сила и определяющие факторы каждого периода сушки.
50. Классификация сушилок. Устройство и последовательность работы распылительной сушилки.
51. Перегонка (простая перегонка). Вывод уравнения материального баланса перегонки. Понятие о фракционной перегонке, схема установки для фракционной перегонки.
52. Простая перегонка с дефлегмацией. Коэффициент дефлегмации. Перегонка с водяным паром. Молекулярная перегонка.



53. Ректификация. Поясните сущность процесса ректификации с помощью диаграммы равновесия. Устройство ректификационных колонн. Схема и работа ректификационной установки непрерывного действия.
54. Экстрагирование, экстракция и выщелачивание.
55. Гидролиза крахмала. Основные технологические операции процесса непрерывного кислотного гидролиза крахмала. Влияние различных веществ и условий проведения процесса гидролиза крахмала на качество получаемой глюкозы.
56. Выпаривание. Температурная депрессия, общая и полезная разность температур. Уравнения материального и теплового баланса процесса выпаривания. Однокорпусное и многокорпусное выпаривание.
57. Устройство выпарных аппаратов. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, с принудительной циркуляцией, пленочные, роторно-пленочные.

### 6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

1. Кавецкий Г.Д., Процессы и аппараты пищевой технологии / Кавецкий Г.Д., Касьяненко В.П.; 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : КолосС, 2013. – 594 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».
2. Фролов В.Ф., Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / Фролов В.Ф. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2008. – 608 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».
3. Макаренков, Д.А. Процессы и аппараты химических технологий. Основные процессы и оборудование производства пигментов, суспензий и паст в лакокрасочной промышленности : учебное пособие / Макаренков Д.А., Назаров В.И., Баринский Е.А.; Под ред. Назарова В.И. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 211 с. – Доступ из ЭБС «znanium.com».
4. Луканин, А.В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств : учебное пособие / Луканин А.В. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 451 с. – Доступ из ЭБС «znanium.com».

### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Алексеев Г.В., Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования : учебное пособие / Г.В. Алексеев, В.А. Вороненко,

- М.В. Гончаров. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2014. – 200 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».
2. Липин А.А., Расчет теплообменных аппаратов. Кожухотрубные теплообменники : учебное пособие / Липин А.А. – Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2017. – 76 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».
3. Жуков В.И. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / Жуков В.И. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – 188 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».
4. Остриков А.Н., Процессы и аппараты пищевых производств : учебник для вузов / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.В. Логинов. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2012. – 616 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».
5. Вобликова, Т. В. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермяков. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 212 с. – Доступ из ЭБС «znanium.com».

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Методические рекомендации к выполнению практических занятий:

1. Механические и гидромеханические процессы: Методические указания к выполнению лабораторных работ по процессам и аппаратам пищевых производств/ В.В. Пивень, С.Г. Тютрин, О.Л. Уманская. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2005. – 26 с.
2. Компьютерное моделирование процессов пищевых производств: Методические указания к выполнению лабораторных работ по процессам и аппаратам пищевых производств / А.Г. Ивашко, С.Г. Тютрин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2005. – 27 с.
3. Процессы разделения: Методические указания к выполнению лабораторных работ по процессам и аппаратам пищевых производств / С.Г. Тютрин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2005. – 31 с.
4. Теплообменные процессы: Методические указания к выполнению лабораторных работ по процессам и аппаратам пищевых производств / С.Г. Тютрин. – Курган: КГУ, 2006. – 22 с.

Методические рекомендации к выполнению курсовой работы:

1. Задания и методические указания для расчетно-проектировочных работ по процессам и аппаратам пищевых производств/ С.Г. Тютрин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2004. – 15 с.



## **9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znaniium.com».
4. «Гарант» - справочно-правовая система

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

## **11. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Процессы и аппараты биотехнологии»

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

19.03.01 – **Биотехнология**

Направленность:

**Биотехнология**

Трудоемкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часов)

Семестр: 5 (очная форма обучения), 5 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Содержание дисциплины

Введение и задачи дисциплины. Современные методы исследования процессов и аппаратов. Основные законы тепловых и массообменных процессов. Анализ протекающих в пищевых производствах процессов, их расчет. Процессы и аппараты для дозирования. Гидромеханические процессы. Разделение неоднородных систем различными методами. Процессы смешивания. Тепловые процессы. Теплопередача в теплообменных аппаратах. Выпаривание. Массообменные процессы. Абсорбция и адсорбция. Сушка. Перегонка и ректификация. Экстракция.