

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Комарова Светлана Юриевна  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 2025-08-28 10:03:23  
Уникальный программный ключ:  
43ba42f5deae4116cfd19c78e70102031237e94111307ba4149f209017e

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»**

**Агротехнологический факультет**

-----  
**ОПОП по направлению подготовки  
19.03.01 Биотехнология**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по освоению дисциплины

**Б1.О.20 «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ BIOTEХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»**

**Профиль «Пищевая биотехнология»**

Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра	продуктов питания и пищевой биотехнологии	
Разработчик, К.т.н доцент		Д.М. Фиалков

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Место учебной дисциплины в подготовке бакалавра	4
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины	8
2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины	8
2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе	9
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося	10
3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося	10
3.2. Условия допуска к экзамену по дисциплине	11
4. Лекционные занятия	11
5. Практические занятия по курсу и подготовка обучающегося к ним	12
6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины	14
7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС	15
7.1. Выполнение реферата	15
7.1.4 Шкала и критерии оценивания	16
7.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем	20
7.2.1 Шкала и критерии оценивания	20
7.3 Текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы обучающегося	18
7.4.1 Вопросы для входного контроля	18
7.4.2 Текущий контроль успеваемости	19
7.4.3 Шкала и критерии оценивания	20
8. Средства для рубежного контроля	20
9. Промежуточная (семестровая) аттестация обучающихся	22
9.1 Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины	22
9.2. Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины	22
9.3 Перечень примерных экзаменационных вопросов	22
9.3.1 Шкала и критерии оценивания	23
10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине	23
Приложение 1 Перечень литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины	25
Приложение 2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет» и локальных сетей университета	26

## **Введение**

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.
  2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.
  3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.
  4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в информационно-образовательной среде университета. При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.
- 1.

### **Уважаемые обучающиеся!**

Приступая в 4 семестре 2 курса к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя это издание, Вы без дополнительных осложнений подойдете к семестровой аттестации по этой дисциплине экзамен.

Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

## 1. Место учебной дисциплины в подготовке бакалавра

**Курс «Процессы и аппараты биотехнологических производств»** является переходным от общеинженерного цикла дисциплин к специальному. Особенность курса состоит в его комплексном характере. В этом курсе процессы изучаются с самых различных сторон – физико-химической, тепловой, гидромеханической, массообменных и др. Наука о процессах и аппаратах включает экспериментальные и расчетные методы и теоретические закономерности. Особое внимание обращается на изучение новых методов обработки пищевых продуктов, задачи оптимизации, моделирования процессов и аппаратов и повышение эффективности их работы.

**Целью** изучения курса «Процессы и аппараты биотехнологических производств» является: формирование базовых теоретических знаний и практических профессиональных навыков в области процессов пищевых производств.

**Задачей курса «Процессы и аппарата биотехнологических производств»** является подготовка обучающегося к производственно-технологическому виду деятельности; к решению им профессиональных задач, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки, а также ОПОП ВО университета.

Требования к уровню освоения курса сводятся к следующему.

Обучающийся должен:

**знать и понимать:**

- принципы формирования научных знаний в области развития технологических процессов в пищевых технологиях;
- технологические процессы, способствующие формированию желаемых свойств сырья и готовой продукции;
- пути совершенствования технологических процессов;
- теоретические и практические основы в области технологических процессов переработки пищевого сырья с использованием современных достижений научно-технического прогресса, методов компьютерного моделирования;
- сущность и обоснование технологических процессов;
- правовые, нормативно-технические основы управления деятельностью.

**уметь:**

- пользоваться методиками расчета основных параметров технологических процессов и конструкций аппаратов;
- оценивать эффективность результатов своей деятельности и деятельности коллектива;
- применять достижения современной науки и техники, а также новых технологий;
- использовать процессы и оборудование, соответствующие алгоритмы и программы расчетов нормы расхода сырья и вспомогательных материалов при производстве продукции;
- использовать углубленные теоретические и практические знания для решения современных проблем пищевой технологии;

**владеть навыками (иметь навыки):**

- терминологией, определениями, и положениями изучаемой дисциплины;
- методами расчетов технологических режимов обеспечивающие получение и выпуск качественной продукции;
- современными способами организации технологических процессов в пищевой технологии;
- приёмами организации эффективного экологически безопасного производства на основе современных методов управления качеством.
- методами анализа состояния изучаемого вопроса по источникам литературы.

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>					
<b>ОПК-5</b>	Способен эксплуатировать технологическое	ИД-1опк-5 Знает основное и современное	Знать способы и методы разработки	Уметь разрабатывать технологические	Владеть навыками разработки технологических

	<p>оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции</p>	<p>экспериментальное оборудование для осуществления работ в области профессиональной деятельности; биотехнологические процессы, осуществляемые в технологии производства продуктов питания и их влияние на качественные и количественные ее характеристики</p>	<p>технологические процессы обеспечивающие высокий уровень энергосбережения и использования новейших достижений техники</p>	<p>процессы, обеспечивающие высокий уровень энергосбережения и использования новейших достижений техники</p>	<p>процессов обеспечивающих высокий уровень энергосбережения и использования новейших достижений техники</p>
--	---	--	---	--	--

### 1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				2	3	4	5	
				<b>Оценка «неудовлетворительно»</b>	<b>Оценка «удовлетворительно»</b>	<b>Оценка «хорошо»</b>	<b>Оценка «отлично»</b>	
Характеристика сформированности компетенции								
			Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач		
Критерии оценивания								
ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами и, контролировать количество и	ИД-1 <sub>опк-5</sub>	<b>Полнота знаний</b>	Знать способы и методы разработки технологических процессов обеспечивающие высокий уровень энергосбережения и использования новейших достижений техники	Не знает способы и методы разработки технологических процессов	Знает основные способы и методы разработки технологических процессов	В достаточной степени знает способы и методы разработки технологических процессов	В полной мере знает способы и методы разработки технологических процессов обеспечивающих высокий уровень энергосбережения	Экзамен, реферат, тест, опрос
		<b>Наличие умений</b>	Уметь разрабатывать технологические процессы, обеспечивающие высокий уровень	Не умеет разрабатывать технологические процессы	Слабо умеет разрабатывать технологические процессы	В достаточной степени умеет разрабатывать технологические процессы	В полной мере умеет разрабатывать технологические процессы, обеспечивающие высокий уровень энергосбережения	

качественные показатели получаемой продукции			энергосбережения и использования новейших достижений техники					
	<b>Наличие навыков</b> (владение опытом)	Владеет навыками разработки технологических процессов обеспечивающих высокий уровень энергосбережения и использования новейших достижений техники	Не владеет навыками разработки технологических процессов	В минимальной степени владеет навыками разработки технологических процессов	Имеющихся навыков в целом достаточно для разработки технологических процессов	Имеющихся навыков в полной мере достаточно для разработки технологических процессов обеспечивающих высокий уровень энергосбережения		

## 2. Структура учебной работы, содержание и трудоемкость основных элементов дисциплины

### 2.1. Организационная структура, трудоемкость и план изучения дисциплины Содержание дисциплины

В курсе «Процессы и аппараты пищевых производств» используются знания, полученные в общеинженерных дисциплинах для решения производственных задач по расчету и проектированию аппаратов пищевых производств.

Современное учение о процессах и аппаратах опирается на прочный фундамент химии, физики, математики, ряда инженерных и экономических дисциплин: механики, теплотехники, технической кибернетик, промышленной экономики и других смежных областей знания.

В курсе «Процессы и аппараты...» изучаются основные процессы пищевой технологии и пути их совершенствования в промышленном производстве различных продуктов в конкретных технико-экономических условиях. При этом обращается внимание на их экономическую целесообразность.

Курс является теоретической основой пищевой технологии, позволяющий проанализировать и рассчитать технологический процесс, определить оптимальные параметры процесса, рассчитать и разработать аппаратуру для его проведения.

Вид учебной работы	Трудоемкость, час			
	семестр, курс*			
	очная		заочная форма	
	№ сем.	4 сем.	2 курса	2 курса
<b>1. Контактная работа</b>		<b>108</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Аудиторные занятия, всего</b>		<b>72</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
- лекции		28	2	2
- практические занятия (включая семинары)		44	-	8
- лабораторные работы		-	-	-
<b>1.2 Консультации</b>		36		6
<b>2. Внеаудиторная академическая работа</b>		<b>36</b>	<b>34</b>	<b>119</b>
<b>2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:</b>				
Выполнение и сдача/защита индивидуального/группового задания в виде**				
- реферата		24	-	24
-				
<b>2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы</b>		6	34	75
<b>2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям</b>			-	10
<b>2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях, проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп. 2.1 – 2.2):</b>		6	-	10
<b>3. Подготовка и сдача экзамена по итогам освоения дисциплины</b>		<b>36</b>	<b>-</b>	<b>9</b>
<b>ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины:</b>	<b>Часы</b>	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>144</b>
	<b>Зачетные единицы</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<i>Примечание:</i>				
* – <i>семестр</i> – для очной и очно-заочной формы обучения, <i>курс</i> – для заочной формы обучения;				
** – КР/КП, реферата/эссе/презентации, контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), расчетно-графической (расчетно-аналитической) работы и др.;				



## 2.2. Укрупненная содержательная структура учебной дисциплины и общая схема ее реализации в учебном процессе

номер и наименование раздела дисциплины. Укрупненные темы раздела	Трудоемкость раздела и ее распределение по видам учебной работы, час.								Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	№№ компетенций, на формирование которых ориентирован раздел	
	общая	Аудиторная работа					ВАРС				
		всего	лекции	занятия		консультации	всего	Фиксированные виды			
				практические (всех форм)	лабораторные						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Очная форма обучения</b>											
0	<i>Теоретические основы науки о процессах и аппаратах пищевых производств</i>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>x</b>				Опрос, тестирование, реферат	ОПК-5,1
1	<i>Гидравлические процессы</i>	<b>35</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>x</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	12		
	1.1 Гидростатика. Гидродинамика		4	2	2	x					
	1.2 Потери гидродинамического напора при движении жидкости в трубопроводах		4	2	2	x					
	1.3 Гидравлические машины		6	2	4	x					
2	<i>Гидромеханические процессы</i>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>x</b>	<b>9</b>	<b>6</b>			ОПК-5,1
	2.1 Классификация процессов разделения неоднородных систем. Перемешивание жидких и сыпучих смесей.		4	2	2	x					
	2.2 Фильтрация. Основы мембранной технологии		4	2	2	x					
	2.3. Конструкции фильтровальных и мембранных аппаратов		4	2	2	x					
3	<i>Тепловые процессы</i>	<b>43</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>x</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	12		
	3.1. Теплопередача		6	2	4	x					
	3.2. Аппараты для нагревания и охлаждения		6	2	4	x					
	3.3. Выпаривание		10	2	8	x					
4	<i>Массообменные процессы</i>	<b>33</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>x</b>	<b>9</b>	<b>6</b>			
	4.1. Основы массообмена		6	2	4	x					
	4.2. Сушка пищевых продуктов		6	2	4	x					
	4.3. Кристаллизация и растворение		3	2	1	x					
	4.4. Сорбционные процессы		3	2	1	x					
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>	x	x	x	x		x	x	Экзамен	
Итого по дисциплине		<b>180</b>	<b>72</b>	<b>28</b>	<b>44</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	24		
<b>Заочная форма обучения 2 курс</b>											
0	<i>Теоретические основы науки о процессах и аппаратах</i>										

	<i>пищевых производств</i>										
1	<b>Гидравлические процессы</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>34</b>		Опрос, тестирование, реферат	ОП К-5,1
	1.1. Гидростатика, гидродинамика	13	1	1	x	x		12			
	1.2 Потери гидродинамического напора при движении жидкости в трубопроводе	13	1	1	x	x		12			
	1.3 Гидравлические машины	10			x	x		10			
	<b>Итого, ч</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>34</b>			
<b>Заочная форма обучения 3 курс</b>											
2	<b>Гидромеханические процессы</b>	<b>40,5</b>	<b>2,5</b>	<b>0,25</b>	<b>2</b>	<b>x</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	Опрос, тестирование, реферат	ОП К-5,1
	2.1 Классификация процессов разделения неоднородных систем. Перемешивание жидких и сыпучих смесей	15	1	0,1	0,5						
	2.2 Фильтрация. Основы мембранной технологии	15	1	0,1	0,5						
	2.3 Конструкции фильтрованных и мембранных аппаратов	10,5	0,5	0,05	1						
3	<b>Тепловые процессы</b>	<b>45,5</b>	<b>2,5</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b>x</b>	<b>2</b>	<b>41</b>		Опрос, тестирование, реферат	ОП К-5,1
	3.1. Теплопередача		0,75	0,2	1						
	3.2. Аппараты для нагревания и охлаждения		0,75	0,2	0,5						
	3.3. Выпаривание		1,0	0,15	0,5						
4	<b>Массообменные процессы</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>42</b>		Опрос, тестирование, реферат	ОП К-5,1
	4.1. Основы массообмена		1,25	0,25	1						
	4.2. Сушка пищевых продуктов		1,25	0,25	1						
	4.3. Кристаллизация и растворение		1,25	0,25	1						
	4.4. Сорбционные процессы		1,25	0,25	1						
	Промежуточная аттестация, ч	<b>9</b>	x	x	x	x		x	x	Экзамен	
	<b>Итого по дисциплине, ч</b>	<b>144</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>x</b>	<b>6</b>	<b>119</b>	<b>24</b>		
	<b>Всего, ч</b>	<b>180</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>x</b>	<b>6</b>	<b>153</b>			

### 3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося

#### 3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По четырём разделам предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: *лекция – самостоятельная работа обучающихся (аудиторная и внеаудиторная)*. На занятиях студенческая группа получает задания и рекомендации.

Для своевременной помощи обучающимся при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ. По итогам изучения дисциплины осуществляется аттестация студента в форме экзамена.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования:

- обязательное посещение обучающихся всех видов аудиторных занятий;
- ведение конспекта в ходе лекционных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к практическим занятиям, активная работа на них;

- активная, ритмичная самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа обучающегося в соответствии с планом-графиком, представленным в таблице 2.4;
- своевременная сдача преподавателю отчетных документов по аудиторным и внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных обучающимся занятиям, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения курса, обучающемуся предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы и комплекта видеofilьмов по всем разделам.

### 3.2 Условия допуска к экзамену по дисциплине

Экзамен является формой контроля, который выставляется обучающемуся согласно «Положения о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) в ФГБОУ ВО Омский ГАУ», выполнившему в полном объеме все перечисленные в п.2-3 требования к учебной работе, прошедший все виды тестирования, выполнения реферата с положительной оценкой. В случае не полного выполнения указанных условий по уважительной причине, обучающемуся могут быть предложены индивидуальные задания по пропущенному учебному материалу.

### 4. Лекционные занятия

Для изучающих дисциплину «Процессы и аппараты пищевых производств» читаются лекции в соответствии с планом, представленным в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Примерный тематический план чтения лекций по разделам дисциплины

4.2. Лекционный курс.						
Примерный тематический план чтения лекций по разделам учебной дисциплины						
Номер раздела	лекции	Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.			Используемы е интерактивн ые формы
			Очная форма	Заочная форма		
				2 курс	2 курс	
0	1	<b>Теоретические основы науки о процессах и аппаратах пищевых производств</b>	2	0,5	x	Вводная лекция
		1) Классификация процессов и аппаратов пищевых производств				
		2) Основные понятия и законы науки о процессах и аппаратах пищевых производств				
1	2	<b>Гидростатика. Гидродинамика</b>	6	0,5	x	Традицион ная лекция
		1) Основы гидравлики. Гидростатика				
		2) Гидродинамика				
	3	3) Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости				
		<b>Потери гидродинамического напора при движении жидкости в трубопроводе</b>				
		1) Распределение скоростей в потоке при ламинарном и турбулентном движении в цилиндрической трубе				
		2) Гидравлические сопротивления в трубопроводах				
	4	3) Гидравлический расчет трубопроводов				
		4) Истечение жидкости через отверстия и насадки				
		<b>Гидравлические машины</b>				
1) Поршневые и роторные плунжерные насосы						
2) Шестеренчатые и пластинчатые насосы						
	3) Центробежные насосы					

		4 Специальные гидравлические машины пищевых производств, компрессоры и вакуум-насосы								
2	5	Тема: <b>Классификация процессов разделения пищевых</b> продуктов. Перемешивание жидких и сыпучих смесей.	6	x	0,25					
		1) Классификация процессов разделения пищевых продуктов								
		2) Теоретические основы процесса перемешивания жидких и сыпучих смесей								
		3) Осаждение в поле силы тяжести								
	4) Осаждение в поле действия центробежных сил									
	6	<b>Фильтрование. Основы мембранной технологии</b>		x						
		1) Основные закономерности фильтрования								
	7	2) Теоретические основы процесса разделения продуктов на полупроницаемых мембранах		x						
		Тема: Конструкции фильтровальных и мембранных аппаратов								
		1) Фильтровальное оборудование								
3	8	<b>Теплопередача</b>	4	x	0,25	Лекция конференция				
		1) Теплопроводность. Тепловое излучение. Конвекция.								
		2) Теплообмен при изменении агрегатного состояния теплоносителей								
		3) Связь коэффициента теплопередачи с коэффициентами теплоотдачи								
	9	4) Движущая сила теплообменных процессов		x						
		<b>Аппараты для нагрева и охлаждения</b>								
		1) Устройство теплообменной аппаратуры. Типичные схемы теплообменников.								
	10	2) Расчеты теплообменников		x						
		3) Подбор теплообменников								
		<b>Выпаривание</b>								
		1) Физико-химические основы выпаривания								
	4	11		2) Способы выпаривания			6	x	0,25	Информационная лекция
				3) Устройство выпарных аппаратов						
4) Последовательность расчета выпарных аппаратов и установок										
12		<b>Основы массообмена</b>	x							
		1) Кинетика массопередачи. Основные законы массопередачи.								
		2) Материальный баланс массообменных процессов. Движущая сила массообменных процессов								
13		3) Расчет основных размеров массообменных аппаратов	x							
		<b>Сушка пищевых продуктов</b>								
		1) Формы связи влаги с материалом								
		2) Материальный и тепловой балансы сушилки								
13	3) Конструкции сушилок	x								
	<b>Кристаллизация и растворение</b>									
	1) Статика и кинетика процесса кристаллизации									
	2) Методы кристаллизации									
13	3) Материальный и тепловой балансы кристаллизации	x								
	4) Устройство кристаллизаторов									

14	<b>Сорбционные процессы</b>		4	x	0,25	x
	1) Материальный баланс и кинетические закономерности					
	2) Принципиальные схемы абсорбции					
	3) Статика и кинетика адсорбции					
	4) Адсорберы и схемы адсорбционных установок					
Общая трудоёмкость лекционного курса			28	2	2	x
Всего лекций по учебной дисциплине:		час	Из них в интерактивной форме:		час	
- очная форма обучения		28	- очная форма обучения		10	
- заочная форма обучения		4	- заочная форма обучения		2	
<i>Примечания:</i> - материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6. - обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2						

### 5. Практические занятия по курсу и подготовка обучающихся к ним

Прикладная часть дисциплины реализуется на практических занятиях. Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных умений - выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности, решать задачи и др., позволяют привить практические навыки самостоятельной работы с учебной, методической и научной литературой (в процессе подготовки к занятию), получить опыт самооценки и публичных выступлений.

На занятиях *обучающиеся* овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе выполнения расчетной работы, выполнении научно-исследовательской работы и подготовки выпускной квалификационной работы.

Для выполнения практических занятий имеются методические указания для *обучающихся* оформленные отдельными брошюрами. Рекомендуются следующие учебно-методические пособия:

- Лисин, П.А. Процесс сепарирования молока / П.А. Лисин. – Омск. Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. – 88 с.
- Лисин, П.А. Практикум по процессам и аппаратам пищевых производств с элементами компьютерного моделирования в системах MathCAD и Maple. Раздел "Процесс теплопередачи": учеб. пособие / ; Ом. гос. аграр. ун-т. - Омск: Изд-во ОмГАУ, 2008. - 87 с.
- Лисин П.А. Практикум по процессам и аппаратам пищевых производств с элементами компьютерного моделирования в системах MathCAD и Maple. Раздел "Процесс выпаривания молока": учеб. пособие/ П. А. Лисин, Н. А. Нагибина; Ом. гос. аграр. ун-т. - Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. - 59 с.

На первом практическом занятии преподаватель обязан представить *обучающимся* всю информацию по организации изучения дисциплины.

Для оптимизации временных затрат по информированию обучающихся преподавателю рекомендуется разработать технологическую карту работы обучающегося и преподавателя, включающую:

1. наименование раздела и темы лекционного курса с указанием формы контроля (самооценка, рецензирование, опрос), даты проведения и присваиваемых баллов по каждой контрольной процедуре;
2. наименование и количество практических занятий с указанием тематик и присваиваемых баллов, как по разделам, так и в целом по блоку;
3. практические работы, проводимые в интерактивной форме с указанием формы контроля, дат проведения и присваиваемых баллов;
4. содержание СРС (перечень вариантов расчетных работ) с указанием форм контроля, даты проведения и присваиваемых баллов.

Содержание и методика проведения работ, деятельность обучающихся в процессе выполнения заданий приведены в соответствующих методических указаниях (ссылка на рекомендуемые УММ приведена в табл. 4 рабочей программы).

Уровень освоения практической части оценивается в процессе защиты отчетов по выполненным работам в рамках раздела.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 5.1.

**Таблица 5.1 Примерный тематический план практических занятий по разделам учебной дисциплины**

Номер		Тема занятия/ Примерные вопросы на обсуждение (для занятий в формате семинарских)	Трудоёмкость по разделу, час.		Используемые интерактивные формы	Связь занятия с ВАРС*
раздела (модуля)	занятия		очная форма	заочная форма		
1	2	3	4	5	6	7
1	1	Основные свойства пищевых продуктов и сырья	2			ОСП
	2	Теоремы и критерии подобия. Теория размерностей	2			
	3	Основные характеристики движения частиц жидкости. Уравнение Бернулли.	2	0,5		
	4	Исследование режимов движения жидкости в круглой трубе	2	0,5		
	5,6	Гидравлический расчет трубопроводов	4	1		
2	7,8	Кинетика гравитационного осаждения	4	2	Деловая игра	
3	9,10	Изучение устройств и принципа работы теплообменных аппаратов	4	<b>0,5</b>	Компьютерная симуляция	
	11,12	Тепловой и конструктивный расчет теплообменного аппарата	4	<b>0,5</b>		
	13	Изучение устройств и принципа действия вакуум-выпарных установок	2	<b>0,5</b>	Компьютерная симуляция	
	14,15, 16,17	Расчет однокорпусной вакуум-выпарной установки с термокомпрессией вторичного пара	8	<b>0,5</b>		
4	18	Изучение устройств и принципа работы распылительных установок	2		Компьютерная симуляция	
	19	Изучение и расчет циклонных аппаратов	2		Деловая игра	
	20	Процесс сушки в диаграмме I –d. Нормальный процесс сушки.	2	<b>1</b>	Деловая игра	
	21,22	Процесс сушки в диаграмме I –d. Процесс сушки с промежуточным обогревом и рециркуляцией воздуха.	4	<b>1</b>	Деловая игра	
Всего практических занятий по учебной дисциплине:			час	Из них в интерактивной форме:		час
- очная форма обучения			44	- очная форма обучения		20
- заочная форма обучения			<b>8</b>	- заочная форма обучения		<b>4</b>
В том числе в формате семинарских занятий:						
- очная форма обучения						
-заочная форма обучения						
* Условные обозначения:						
ОСП - предусмотрена обязательная самоподготовка к занятию; УЗ СРС - на занятии выдаётся задание на конкретную ВАРС; ПР СРС - занятие содержательно базируется на результатах выполнения обучающимися конкретной ВАРС; ...						
Примечания:						
- материально-техническое обеспечение практических занятий – см. Приложение 6						
- обеспечение практических занятий учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2						

Подготовка *обучающихся* к практическим занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На практических занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к практическим занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия.

Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

## **6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины**

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Работа по теме, прежде всего, предполагает ее изучение по учебнику или пособию. Следует обратить внимание на то, что в любой теории, есть либо неубедительные, либо чересчур абстрактные, либо сомнительные положения. Поэтому необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на семинарах. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах по праву.

Таковыми журналами являются: *Молочная промышленность, Пищевая промышленность, Хранение и переработка сельхозсырья, Пищевые ингредиенты: Сырье и добавки и др.* Выбор статьи, относящейся к теме, лучше делать по последним в году номерам, где приводится перечень статей, опубликованных за год.

При освоении дисциплины *обучающемуся* рекомендуется использовать материалы курса «**Процессы и аппараты биотехнологических производств**», ссылка на который размещается в электронной информационно-образовательной среде университета.

Изучение данного курса начинается с проработки теоретического материала. Материал каждого раздела курса структурирован в виде теоретического материала, видеолекций, презентаций, и т.д. Для усиления наглядности, улучшения восприятия и запоминания информации в курсе включены информационно-справочные материалы, таблицы, схемы, рисунки. Кроме того, с целью более глубокого изучения материала курса, можно воспользоваться источниками, приведенными в списке рекомендуемой литературы и гиперссылок на внутренние и внешние источники информации в сети Интернет. Изучать дисциплину рекомендуется в соответствии с последовательностью расположения материала на странице курса.

**Раздел 1.** «*Гидравлические процессы*» состоит из 3 подразделов, где рассматриваются гидродинамические законы движения жидких продуктов. При изучении раздела (модуля) следует обратить внимание на закон гидростатики, закон Бернулли, гидравлические машины, методику гидравлического расчета трубопроводов для перекачивания жидких продуктов.

**Раздел 2.** «*Гидромеханические процессы*» состоит из 3 подразделов, где рассматриваются процессы перемешивания жидких и сыпучих смесей. Процесс фильтрации, мембранные технологии. При изучении раздела предусмотрено проведение рубежного контроля, к которому необходимо подготовить *гидромеханические законы*.

**Раздел 3.** «*Тепловые процессы*» состоит из 3 подразделов, где рассматриваются законы теплопередачи, аппараты для нагревания, охлаждения, пастеризации, стерилизации и процесс выпаривания и т.д.

**Раздел 4.** «*Массообменные процессы*» состоит из 4 подразделов, где рассматриваются основные законы массообмена, процесс сушки пищевых продуктов, процесс кристаллизации и растворения, сорбционные процессы.

Изучая теоретический материал, следует переходить к следующему вопросу после правильного понимания предыдущего.

Особое внимание следует обращать на определение основных понятий и определений курса. Необходимо тщательно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь находить аналогичные примеры самостоятельно.

При изучении теоретического материала полезно вести конспект, в который рекомендуется выписывать определения, формулы, и т.п. На полях конспекта следует отмечать вопросы, выделенные обучающимся для письменной или устной консультации с преподавателем.

В основные методические задачи курса входит усвоение терминологии, поэтому особое внимание следует обращать на разъяснение терминов, указанных в Глоссарии.

## Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов.

1. **Конспектирование.** Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

2. Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений. Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

3. Словарь понятий и категорий. Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

Уровень освоения теоретической части дисциплины оценивается в процессе опроса.

## 7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС

### 7.1 Выполнение и сдача рефератов

#### 7.1.1 Место реферата в структуре дисциплины

Разделы дисциплины, освоение которых обучающимися сопровождается или завершается выполнением реферата		Компетенции, формирование/развитие которых обеспечивается в ходе выполнения реферата
№	Наименование	
1	Теоретические основы науки о процессах и аппаратах пищевых производств	ОПК-5,1
2	Гидравлические процессы	ОПК-5,1
3	Гидромеханические процессы	ОПК-5,1
4	Тепловые процессы	ОПК-5,1
5	Массообменные процессы	ОПК-5,1

#### 7.1.2. Перечень примерных тем рефератов

- Гидравлические машины, применяемые в биотехнологических процессах
- Разделение неоднородных систем в биотехнологическом производстве (режимы, аппаратура).
- Мембранные процессы в биотехнологическом производстве (режимы, аппаратура).
- Конструкции фильтровальных аппаратов
- Тепловые аппараты для реализации процессов биотехнологии
- Выпаривание в биотехнологическом производстве (режимы, аппаратура)
- Сушка продуктов биотехнологических производств

#### 7.1.3. Информационно-методические и материально-техническое обеспечение процесса выполнения реферата

1. Материально-техническое обеспечение процесса выполнения реферата – см. Приложение 6.

2. Обеспечение процесса выполнения реферата учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложение 1, 2, 3.

#### ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

– оценка **«зачтено»** по реферату присваивается за глубокое раскрытие темы, качественное оформление работы, содержательность доклада;

– оценка **«не зачтено»** по реферату присваивается за слабое и неполное раскрытие темы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы и ответов на вопросы.



## 7.2 Рекомендации по самостоятельному изучению тем

Самостоятельная работа обучающихся по данной дисциплине включает ряд этапов:

- подготовка к лекционным занятиям (изучение отдельных вопросов по рекомендуемой литературе, конспектирование литературных источников, проработка материалов лекций);
- подготовка к практическим занятиям (выполнение домашних заданий, подготовка ответов на контрольные вопросы, оформление выполненных работ);
- выполнение реферата.

Для обучающихся заочной формы обучения предусмотрено составление опорного конспекта лекций по темам, которые либо не рассматриваются на лекциях, либо в работе обсуждается еще один возможный подход к рассматриваемой проблеме.

Деятельность обучающегося: подготовка опорного конспекта лекции (на бумажном носителе и в форме видеопрезентации), самооценка; выступление с докладом; участие в обсуждении других докладов.

**Конспектирование.** Конспектирование, представляет собой систематизированную, логически связную форму записи, включающую выписки, тезисы, дополненные мыслями и комментариями обучающегося. В конспект могут войти также отдельные части текста, цитируемые дословно, факты, примеры, цифры, схемы. Конспект может быть текстуальным и свободным. В текстуальных конспектах доминируют цитаты автора, выписываются выводы, дающие яркую и меткую формулировку того или иного положения. Свободные же конспекты составляются в виде систематизированной записи положений изучаемой проблемы словами конспектирующего.

*Конспект лекций* должен иметь следующую структуру:

1. основные понятия и их определения;
2. особенности объектов, их основные свойства, характеристики, параметры;
3. задачи (проблемы) теоретического и/или практического изучения объектов, их создания и применения;
4. методы, средства и способы их теоретического и/или практического изучения и совершенствования;
5. методы, средства и способы качества объектов;
6. современные тенденции и перспективы развития науки и практики в данной предметной области.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, категорий и своих мыслей.

*Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений.* Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

*Словарь понятий и категорий.* Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

**Все виды самостоятельной работы** оцениваются по следующим показателям:

- соответствие содержания выбранной теме исследования;
- новизна информации;
- аргументированность выводов и заключений автора.

### Общий алгоритм самостоятельного изучения темы

1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами по теме (ориентируясь на вопросы для самоконтроля)
2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы
3) Выбрать форму отчетности конспектов (план – конспект, текстуальный конспект, свободный конспект, конспект – схема)
2) Оформить отчётный материал в установленной форме в соответствии методическими

рекомендациями
3) Провести самоконтроль освоения темы по вопросам, выданным преподавателем
4) Предоставить отчётный материал преподавателю по согласованию с ведущим преподавателем
5) Подготовиться к предусмотренному контрольно-оценочному мероприятию по результатам самостоятельного изучения темы
6) Принять участие в указанном мероприятии, пройти рубежное тестирование по разделу на аудиторном занятии и заключительное тестирование в установленное для внеаудиторной работы время

### Процедура оценивания знаний

После изучения каждого раздела проводится рубежный контроль. Рубежный контроль осуществляется с целью определения качества проведения образовательных услуг по дисциплине, для оценки степени достижения обучающимися состояния, определяемого целевыми установками дисциплины, а также для формирования корректирующих мероприятий. Рубежный контроль осуществляется по разделам дисциплины в соответствии с планом. Рубежный контроль состоит из выполнения заданий на практических и семинарских занятиях и выполнения тестов по разделам дисциплины.

### Самостоятельное изучение тем по курсу

Обучающемуся необходимо самостоятельно изучить следующие темы:

**Раздел 2.** Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств»

Тема: Механические процессы. Измельчение и классификация твердых материалов.

Прессование

После самостоятельного изучения тем следует оформить отчётный материал в виде конспекта.

### 7.3.1 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

- оценка «**зачтено**» выставляется, если обучающийся представил материал в виде конспекта, на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы, принимал активное участие в дискуссии, обсуждении вопросов;

- оценка «**не зачтено**» выставляется, если обучающийся не представил материал в виде конспекта, на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы, не принимал участия в дискуссии, обсуждении вопросов.

### 7.3. Входной и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы обучающегося

**Входной контроль** проводится с целью выявления реальной готовности обучающихся к освоению данной дисциплины за счет знаний, умений и компетенций, сформированных на предшествующих дисциплинах. Тематическая направленность входного контроля – это вопросы, связанные с подборкой режимов технологической обработки сырья животного и растительного происхождения и пищевых ингредиентов, методами продуктового расчета в производстве.

#### 7.3.1 ВОПРОСЫ для входного контроля

1. Компьютерное моделирование технологических процессов в пищевой промышленности.
2. Теоремы подобия в моделировании технологических процессов.
3. Тепловые критерии подобия, физический смысл критериев.
4. Критерии подобия режимов движения жидкостей и газов.
5. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов.
6. Формула Стокса при гравитационном разделении дисперсных систем.
7. Формула Стокса при центробежном разделении неоднородных систем.
8. Способы интенсификация тепловых процессов.
9. Технологические аппараты с псевдооживленным слоем.
10. Процесс микрофильтрации неоднородных систем.
11. Устройство и правила эксплуатации теплообменной аппаратуры.
12. Процесс выпаривания, движущая сила процесса.
13. Конструкции абсорберов, адсорберов.
14. Процесс сушки, движущая сила процесса. Способы интенсификации процесса.

15. Устройство и принцип работы кристаллизаторов.
16. Устройство экстракционных аппаратов для выщелачивания.

### **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ** ответов на вопросы входного контроля

- оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если вопрос раскрыт, во время дискуссии высказывается собственная точка зрения на обсуждаемую проблему, демонстрируется способность аргументировать доказываемые положения и выводы.

- оценка **«не зачтено»** выставляется, если обучающийся не способен доказать и аргументировать собственную точку зрения по вопросу, не способен ссылаться на мнения ведущих специалистов по обсуждаемой проблеме.

#### **7.3.2. Текущий контроль успеваемости**

В течение семестра, проводится текущий контроль успеваемости по дисциплине, к которому *обучающийся* должен быть подготовлен.

Отсутствие пропусков аудиторных занятий, активная работа на практических занятиях, общее выполнение графика учебной работы являются основанием для получения положительной оценки по текущему контролю.

В качестве текущего контроля использован опрос.

#### **ВОПРОСЫ для самоподготовки к практическим (семинарским) занятиям**

В процессе подготовки к практическому занятию обучающийся изучает представленные ниже вопросы. На занятии *обучающийся* демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного ответа.

1. Какому общему закону подчиняются процессы пищевой технологии?
2. Классификация основных процессов пищевой технологии
3. Какими основными теплофизическими свойствами характеризуются пищевые продукты и сырье?
4. Что такое вязкость? В каких единицах измеряется вязкость?
5. Какая существует связь между различными единицами вязкости?
6. Что такое теплоемкость? Чем она характеризуется и в каких единицах измеряется?
7. Дайте определение коэффициента теплопроводности. В каких единицах он измеряется?
8. Основные теоремы теории подобия. В каком случае применяется теория подобия?
9. Элементы теории размерности
10. Применение метода анализа размерностей. В каком случае применяется метод анализа размерностей?
11. Соотношение между теорией подобия и анализом размерностей
12. Условия гидродинамического подобия. Основные критерии подобия. В чем заключается полное гидродинамическое подобие?
13. В чем заключается физический смысл числа Эйлера?
14. В чем заключается физический смысл числа Рейнольдса?
15. В чем заключается физический смысл чисел Маха и Коши?
16. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена
17. В чем состоит подобие процессов конвективного теплообмена?
18. Что характеризует число Нуссельта?
19. В чем физический смысл числа Пекле?
20. Что характеризует число Прандтля?
21. Безразмерные переменные (числа подобия) и уравнения подобия
22. Условия подобия физических процессов
23. Метод анализа размерностей
24. Моделирование процессов конвективного теплообмена
25. Какие существуют режимы движения жидкости? Поясните их особенности и отличия
26. Основные понятия о движении жидкости
27. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости
28. Уравнение Бернулли для реальной жидкости
29. Измерение скорости потока и расхода жидкости
30. По какому критерию можно судить о существовании данного режима движения жидкости? Можно ли заранее прогнозировать режим движения жидкости?

31. Запишите формулу числа Рейнольдса и сделайте её анализ
32. Факторы, определяющие движение жидкости
33. Распределение скоростей движения жидкости в круглых трубах
34. Потери энергии (напора) при движении жидкости по трубам. Формула Дарси-Вейсбаха
35. Дать характеристику ламинарному режиму движения жидкости
36. Дайте определение линейным потерям энергии (напора) при движении жидкости по трубам
37. Что называется гидравлическим ударом
38. Что называется тонкой стенкой и разновидности отверстий в ней?
39. Дать характеристику турбулентному режиму движения жидкости
40. Дайте определение местным потерям энергии (напора) при движении жидкости по трубам
41. Причины возникновения гидравлического удара
42. Какими бывают сжатия? Определение коэффициента сжатия
43. Перечислить факторы, определяющие движение жидкости
44. Дайте определение напорному движению жидкости
45. Какими способами можно уменьшить силу гидравлического удара?
46. Назначение и классификация насадок
47. Основные положения гидравлического расчета
48. Кинетика гравитационного осаждения
49. Классификация теплообменных аппаратов. Общее определение теплообменных аппаратов
50. Тепловой и конструктивный расчет теплообменного аппарата
51. Как классифицируются тепловые аппараты?
52. Опишите конструкцию теплообменного кожухотрубного аппарата
53. Опишите принцип действия кожухотрубного теплообменного аппарата
54. Опишите конструкцию аппарата типа «труба в трубе»?
55. Устройство и принцип действия вакуум-выпарных установок
56. Устройство и принцип работы распылительных установок
57. Краткая характеристика циклонных аппаратов
58. С какой целью производят высушивание влажных материалов?
59. Виды сушки
60. В чем заключается статика сушки?
61. Какие существуют виды связи влаги с материалом?
62. В чем заключается кинетика сушки?
63. Что называется влажностью и термовлажностью?
64. Методика построения кривой сушки
65. Методика построения кривой скорости сушки
66. Уравнения скорости сушки
67. Материальный баланс процесса конвективной сушки
68. Тепловой баланс процесса конвективной сушки

### 7.3.3. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

самоподготовки по темам семинарских занятий

- оценка «зачтено» выставляется, если **обучающийся** на основе самостоятельно изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.

- оценка «не зачтено» выставляется, если **обучающийся** неаккуратно оформил отчетный материал в виде **письменного опроса** на основе самостоятельно изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

## 8. Средства для рубежного контроля

**ВОПРОСЫ** для проведения рубежного контроля

**Разделы 1-3 Теоретические основы науки о процессах и аппаратах пищевых производств гидромеханические процессы, тепловые процессы**

1. Предмет и задачи курса «Процессы и аппараты пищевых производств»
2. Понятия процесса, операции, аппарата. Непрерывные, периодические и комбинированные процессы
3. процессы
4. Классификация процессов по видам и признакам. Движущая сила процессов
5. Требования, предъявляемые к аппаратам пищевых производств
6. Гидравлические процессы
7. Потери гидродинамического напора при движении жидкости в трубопроводе
8. Гидравлические машины

9. Сущность, назначение и виды перемешивания. Типы мешалок. Степень и интенсивность
10. перемешивания
11. Диспергирование. Виды диспергирования
12. Сущность эмульгирования и назначение ПАВов. Эмульсоры
13. Виды дисперсных систем. Степень дисперсности. Средний размер частиц дисперсной фазы.
14. Методы и характеристики дисперсных систем
15. Гомогенизация. Сущность, назначение. Клапанный гомогенизатор
16. Мойка, параметры эффективности мойки
17. Пенообразование и взбивание. Газосодержание
18. Псевдоожижение, сущность, назначение. Первая и вторая критические скорости. Порожность
19. Осаждение и отстаивание. Режимы осаждения. Формула Стокса для расчета скорости
20. осаждения. Силы, действующие на частицу в процессе осаждения. Отстойники. Пути
21. интенсификации процесса осаждения
22. Способы очистки газов. Устройства для разделения газовых систем, рукавные фильтры,
23. циклоны
24. Фильтрование. Сущность и назначение. Основное уравнение фильтрования. Виды
25. фильтрования. Материальный баланс
26. Центрифугирование. Виды центрифуг. Фактор разделения
27. Классификация тепловых процессов. Движущая сила
28. Основное уравнение теплопередачи. Температурный напор. Коэффициент теплопередачи,
29. физический смысл, единицы измерения
30. Виды относительного движения теплообменных сред. Средняя разность температур
31. Способы передачи теплоты. Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье
32. Передача теплоты лучеиспусканием. Закон Стефана-Больцмана. Лучеиспускательная
33. способность тела
34. Уравнение теплового баланса
35. Передача теплоты конвекцией. Свободная и вынужденная конвекция. Закон Ньютона
36. Пастеризация. Сущность и назначение. Режимы и аппараты. Критерий Пастера
37. Стерилизация. Режимы и способы. Аппараты. Коэффициент стерилизующего действия
38. Выпаривание. Сущность, применение и цели процесса. Материальный баланс.
39. Основные аппараты вакуум-выпарной установки и их назначение
40. Аппараты для нагревания и охлаждения
41. Виды калоризаторов, схемы аппаратов и принцип их работы
42. Виды конденсаторов, схемы аппаратов и принцип их работы
43. Понятие термокомпрессии. Схема вакуум-выпарной установки с термокомпрессором

#### **Разделы 4. Массообменные процессы**

44. Массообменные процессы. Классификация
45. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Массоотдача. Закон Шукарева
46. Основное уравнение массопередачи. Средняя разность концентраций
47. Абсорбция. Сущность и назначение. Материальный баланс. Аппараты
48. Адсорбция. Сущность и назначение. Материальный баланс
49. Механизм процесса сушки и его назначение. Материальный баланс
50. Формы связи влаги с материалом
51. Кривые сушки и скорости сушки
52. Виды сушки и основные аппараты, используемые в промышленности
53. Ректификация и перегонка. Материальный баланс
54. Экстракция, сущность и применение. Материальный баланс
55. Параметры эффективности процесса экстракции. Схема получения сахара из сахарной
56. свеклы
57. Растворение. Сущность и назначение. Параметры эффективности процесса
58. Стадии процесса растворения. Аппараты
59. Кристаллизация. Сущность и назначение. Способы кристаллизации
60. Аппараты для проведения процесса кристаллизации. Материальный баланс.

## 9. Промежуточная (семестровая) аттестация обучающихся

<b>9.1 Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:</b>	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
<b>9.2. Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины</b>	
<b>Цель промежуточной аттестации -</b>	установление уровня достижения каждым обучающимся целей обучения по данной дисциплине, изложенных в п.2.2 настоящей программы
<b>Форма промежуточной аттестации -</b>	<b>экзамен</b>
<b>Место экзамена в графике учебного процесса:</b>	1) подготовка к экзамену и сдача экзамена осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на экзаменационную сессию для обучающихся, сроки которой устанавливаются приказом по университету
	2) дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом выпускающего факультета
<b>Форма экзамена -</b>	<b>письменный</b>
<b>Процедура проведения экзамена -</b>	представлена в фонде оценочных средств по дисциплине (см. Приложение 9)
<b>Экзаменационная программа по учебной дисциплине:</b>	1) представлена в фонде оценочных средств по дисциплине (см. Приложение 9) 2) охватывает разделы (в соответствии с п. 4.1 настоящего документа)
<b>Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:</b>	представлены в фонде оценочных средств по дисциплине (см. Приложение 9)

### 9.2.1 ВОПРОСЫ для подготовки к итоговому контролю - экзамену

1. Роль процессов и аппаратов в развитие технологии и оборудования молочной промышленности.
2. Основные признаки классификации процессов и аппаратов.
3. Теория подобия как метод моделирования процессов.
4. Первая теорема подобия.
5. Вторая теорема подобия.
6. Третья теорема подобия.
7. Конвективный способ передачи теплоты.
8. Кондуктивный способ передачи теплоты.
9. Радиационный способ передачи теплоты.
10. Основное уравнение теплопередачи.
11. Методика расчета температуры многослойной стенки.
12. Технологический способ интенсификации теплообмена.
13. Гидродинамическая теория теплообмена - теория Прандтля.
14. Конструктивные способы интенсификации теплообмена.
15. Тепловой баланс процесса теплообмена.
16. Коэффициент регенерации теплоты.
17. Прямоточные регенераторы.
18. Противоточные регенераторы.
19. Сравнительная оценка прямоточных и противоточных регенераторов.
20. Процесс охлаждения молока в аппаратах.
21. Режимы кипения жидкости. Факторы, влияющие на процесс кипения жидкости.
22. Кипение жидкости в большом объеме. Кривая кипения жидкости.

23. Первый и второй кризис теплоотдачи при кипении жидкости.
24. Интенсификация процесса кипения жидкости.
25. Процесс конденсации пара.
26. Коэффициент теплоотдачи при конденсации пара.
27. Классификация конденсаторов, сравнительная оценка аппаратов.
28. Поверхностные конденсаторы.
29. Конденсаторы смешения.
30. Интенсификация процесса конденсации пара.
31. Материальный и тепловой баланс выпаривания
32. Процесс выпаривание при атмосферном давлении
33. Простая вакуум-выпарка
34. Вакуум аппараты с термокомпрессией вторичного пара
35. Процесс сушки. Кривая сушки, кривая скорости сушки.
36. Классификация неоднородных систем.
37. Процесс отстаивания. Формула Стокса.
38. Процесс центрифугирования.
39. Процесс сепарирования молока.
40. Расчет производительности сепаратора. Формула Лукьянова.
41. Факторы, влияющие на эффективность сепарирования молока.
42. Показатели оценки эффективности процесса сепарирования.
43. Разделяющий фактор тарельчатого сепаратора.
44. Фактор сопротивляемости разделению молока в сепараторе.
45. Основное условие выполнимости процесса сепарирования.
46. Интенсификация процесса сепарирования молока.
47. Пылеосадительные камеры.
48. Инерционные пылеуловители.
49. Циклонные аппараты – классификация и принцип действия.
52. Причины повышенного пылеуноса при циклонной очистке воздуха.
53. Способ обнаружения забившегося порошка в циклоне.
54. Способ обнаружения разгерметизации циклона.
55. Интенсификация циклонной очистке воздуха.
56. Мокрая очистка – скрубберы.
57. Пенные пылеуловители.
58. Электроосаждение частиц.

### 9.2.2 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Результаты экзамена определяют оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляют в день экзамена.

Оценку **«отлично»** выставляют *обучающемуся*, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Студенту необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала, быстро ориентироваться, отвечая на дополнительные вопросы. *Обучающийся* должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку **«хорошо»** заслуживает *обучающийся*, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагающий его. Не следует допускать существенных неточностей при ответах на вопросы, необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку **«удовлетворительно»** получает *обучающийся*, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы *обучающимся* допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка **«неудовлетворительно»** говорит о том, что *обучающийся* не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

## 10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В

состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

Электронная версия актуального УМКД, адаптированная для обучающихся, выставляется в информационно-образовательной среде университета



<b>ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины Б1.О.20 Процессы и аппараты биотехнологических производств</b>	
Автор, наименование, выходные данные	Доступ
1	2
<b>1. Основная литература</b>	
Вобликова, Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков, А.В. Пермяков. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 212 с.	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Процессы и аппараты пищевой технологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2014. - 544 с.	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Ухин Б. В. Гидравлика [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Б. В. Ухин. - Электрон. текстовые дан.. - М.: ФОРУМ; М.: ИНФРА-М, 2013. - 464 с.	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
<b>2. Дополнительная литература</b>	
Алексеев Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу "Процессы и аппараты пищевых производств": учеб. пособие/ Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко, Н. И. Лукин. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. - 144 с.	НСХБ
Федчишин В. В. Теплообменное оборудование предприятий : лаб. практикум / В. В. Федчишин, Э. А. Таиров, В. Д. Очиров ; Иркут. гос. с.-х. акад., Иркут. гос. техн. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИрГСХА, 2015. - 124 с.	НСХБ
Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: учеб. для вузов/ Г. Д. Кавецкий, В. П. Касьяненко. - М.: КолосС, 2008. – 590 с.	НСХБ
Бредихин С. А. Технология и техника переработки молока [Электронный ресурс] / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. - М.: Колос, 2001. - 400 с.	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Плаксин Ю.М. Процессы и аппараты пищевых производств: учеб. для вузов/ Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин. - М.: КолосС, 2008. - 758 с.	НСХБ
Кирсанов В. В. Применение термоэлектрических модулей в пастеризационно-охладительных установках для обработки жидких пищевых продуктов [Электронный ресурс] : монография / В. В. Кирсанов, В. Н. Кравченко, Р. Ф. Филонов. - М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2011. - 88 с.	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Молочная промышленность : науч.-техн. и произв. журн. - М. : [б. и.], 1934 - .	НСХБ
Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры - СПб. : ГИОРД, 2002 - .Т. 1 : Цельномолочные продукты. Производство молока и молочных продуктов (СанПиН 2.3.4.551-96) : справочное издание / Л. И. Степанова. - 2-е изд. - 2003. – 378 с.	НСХБ
Шумяцкий Ю.И. Промышленные адсорбционные процессы. - М.: Колос С, 2009. - 183 с.	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
Лисин П. А. Пылеулавливание сухого молока в циклонных аппаратах: теория и практика : монография / П. А. Лисин, В. В. Воронов ; Ом. гос. аграр. ун-т. - Омск : [б. и.], 2004. - 84 с.	НСХБ
Пища. Экология. Качество : Труды V междунар.-практ. конф. (Краснообск, 30 июня-2 июля 2008 г.) / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. отд-ние, Новосиб. гос. аграр. ун-т, Ом. гос. аграр. ун-т. - Новосибирск : [б. и.], 2008. – 375 с.	НСХБ
ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия : стандарт. - Офиц. изд. - Взамен ГОСТ 18599-83 ; Введ. с 01.01.2003. - Минск : Изд-во стандартов, 2002. - 21 с.	НСХБ
ГОСТ 19107-97 Муфты механические. Ряды номинальных крутящих моментов: стандарт. - Офиц. изд. - Введ. с 2002-01-01. - Минск : Изд-во стандартов, 2001. - 5 с.	НСХБ
Летопись авторефератов диссертаций : гос. библиогр. указ. Рос. Федерации/ Рос. кн. палата. - М. : БУК ЧЕМБЭР ИНТЕРНЭШНЛ, 1931	НСХБ

**ПЕРЕЧЕНЬ  
РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»  
И ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ УНИВЕРСИТЕТА,  
необходимых для освоения дисциплины  
Б1.О.20 Процессы и аппараты биотехнологических производств**

<b>1. Удаленные электронные сетевые учебные ресурсы временного доступа, сформированные на основании прямых договоров с правообладателями (электронные библиотечные системы - ЭБС), информационные справочные системы</b>		
Наименование		Доступ
Электронно-библиотечная система издательства «Лань»		<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Электронно-библиотечная система «Znaniium.com»		<a href="https://znaniium.com/">https://znaniium.com/</a>
Электронно-библиотечная система «Электронная библиотека технического ВУЗа («Консультант студента»)		<a href="http://studentlibrary.ru">http://studentlibrary.ru</a>
Универсальная база данных ИВИС		<a href="https://eivis.ru/">https://eivis.ru/</a>
Справочная правовая система КонсультантПлюс		<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
<b>2. Электронные сетевые учебные ресурсы открытого доступа:</b>		
Профессиональные базы данных		<a href="https://do.omgau.ru">https://do.omgau.ru</a>
<b>3. Электронные учебные и учебно-методические ресурсы, подготовленные в университете:</b>		
Автор(ы)	Наименование	Доступ
Миллер Н.А. Лисин П.А.	Практикум по процессам и аппаратам пищевых производств с элементами компьютерного моделирования в системах MathCAD и Maple. Раздел "Процесс теплопередачи": учеб. пособие/ ; Ом. гос. аграр. ун-т. - Омск: Изд-во ОмГАУ, 2008. - 87 с.	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Лисин П.А. Нагибина Н.А.	Практикум по процессам и аппаратам пищевых производств с элементами компьютерного моделирования в системах MathCAD и Maple. Раздел "Процесс выпаривания молока": учеб. пособие/ П. А. Лисин, Н. А. Нагибина; Ом. гос. аграр. ун-т. - Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. - 59 с.	<b>НСХБ</b> (5 экз) (Печатные)

**Форма титульного листа реферата**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Агротехнологический факультет  
Кафедра продуктов питания и пищевой биотехнологии

*19.03.01 «Биотехнология»*

Реферат

по дисциплине «**Процессы и аппараты биотехнологических производств**»

на тему: \_\_\_\_\_

Выполнил(а): ст. \_\_\_\_ группы

ФИО \_\_\_\_\_

Проверил(а): *уч. степень, должность*

ФИО \_\_\_\_\_

Омск – \_\_\_\_\_ г.