

**Минобрнауки России**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

«25» мая 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты**  
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки

**19.03.03 Продукты питания животного происхождения**

Направленность (профиль)

Технологии продуктов животного происхождения

Квалификация выпускника

**бакалавр**

---

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты» является подготовка выпускника к выполнению задач:

- участие в разработке и осуществлении технологических процессов;
- подбор и размещение технологического оборудования;
- проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций
- проведение организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных участков;
- разработка порядка выполнения работ, планов размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, расчет производственных мощностей и загрузки оборудования.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-4	готовностью эксплуатировать различные виды технологического оборудования в соответствии с требованиями техники безопасности на пищевых предприятиях	аппаратурно-технологические схемы производственных процессов	рассчитывать производственные мощности и загрузки оборудования	способностью составлять график работы оборудования с целью организации ритмичной работы производства

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты» относится к блоку 1 образовательной программы ВО и ее базовой части, модуль «Общеобразовательный».

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	
		4	5
	акад.	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>100,7</b>	<b>37</b>	<b>63,7</b>
Лекции	48	18	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные работы	48	18	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие	2,4	0,9	1,5
Проведение консультаций перед экзаменом	2		2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>117,5</b>	<b>71</b>	<b>46,5</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	31,5	19	12,5
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	66	42	24
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	20	10	10
<b>Подготовка к экзамену/зачету (контроль)</b>	<b>33,8</b>		<b>33,8</b>

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1.	Введение	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.	16,2
2.	Гидростатика	Основные свойства жидкости. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Сила давления Относительный покой жидкости. Закон Архимеда.	20,2
3.	Элементы гидродинамики	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Потери энергии при движении жидкости.	26,2
4.	Гидравлические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Насосные установки. Способы регулирования работы динамического насоса на сеть. Устройство, принцип работы, области применения и основы расчета динамических и объемных насосов.	24,2
5.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	20,2
6.	Гидромеханические процессы и аппараты	Классификация гидромеханических процессов. Сопrotивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Процесс фильтрования и аппараты для его реализации. Центрифугирование. Перемешивание.	33
7.	Тепловые процессы и аппараты	Основы теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Теплообменные аппараты. Выпаривание.	33
8.	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Абсорбция. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Сушка. Растворение и кристаллизация.	40,5

### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
4 семестр				
1.	Введение	2		14,2
2.	Гидростатика	2	4	14,2
3.	Элементы гидродинамики	4	8	14,2
4.	Гидравлические процессы	4	6	14,2
5.	Механические процессы	6		14,2
5 семестр				
6.	Гидромеханические процессы и аппараты	10	8	15
7.	Тепловые процессы и аппараты	10	8	15
8.	Массообменные процессы и аппараты	10	14	16,5

#### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость,
-------	---------------------------------	-----------------------------	---------------

			час
4 семестр			
1.	Введение	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.	2
2.	Гидростатика	Основные свойства жидкости. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения. Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда.	2
3.	Элементы гидродинамики	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости: ламинарный и турбулентный. Характер и виды потерь энергии при движении жидкости: потери по длине; местные потери. Гидравлическое сопротивление типовых тепло- и массообменных аппаратов.	4
4.	Гидравлические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов. Основные параметры работы. Характеристики насосов. Насосные установки. Характеристика сети. Рабочая точка насоса. Регулирование работы динамического насоса на сеть. Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов.	4
5.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	6
5 семестр			
6.	Гидромеханические процессы и аппараты	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания из растительного сырья. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Движение жидкостей через зернистые и пористые слои. Псевдооживление. Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания из растительного сырья. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Разделение неоднородных сред в циклонах. Перемешивание. Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания.	10
7.	Тепловые процессы и аппараты	Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача. Основы подобия тепловых процессов. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Теплообменные аппараты. Схема расчета теплообменников. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы для выпарной установки. Общая и полезная разность температур. Тепловые потери в установках. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Многократное выпаривание. Сущность и преимущества многократного выпаривания.	10

8.	Массообменные процессы и аппараты	<p>Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопередачи, их обратимость. Молекулярная диффузия. Турбулентная диффузия. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса. Критерии диффузионного подобия. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Абсорбция.</p> <p>Особенности массопередачи в системах с твердой фазой. Механизмы переноса в твердых телах, нестационарность массопереноса в твердых телах. Способы массопередачи в системах с твердой фазой. Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Пути интенсификации массообменных процессов.</p> <p>Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора. Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристалло-химической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса. Пути интенсификации процесса.</p> <p>Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушилки. Материальный и тепловой балансы конвективной сушилки. Действительная и теоретическая сушилки. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Кривые кинетики сушки. Продолжительность первого и второго периода сушки. Классификация и конструкции сушилок.</p>	10
----	-----------------------------------	--	----

## 5.2.2 Практические занятия - не предусмотрены

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
4 семестр			
1.	Введение		
2.	Гидростатика	Относительный покой жидкости в равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси цилиндрическом сосуде	4
3.	Элементы гидродинамики	Изучение режимов движения жидкости	4
		Материальный и энергетический балансы потока	4
4.	Гидравлические процессы	Испытание центробежного вентилятора	6
5.	Механические процессы		
5 семестр			
6.	Гидромеханические процессы и аппараты	Осаждение под действием силы тяжести	2
		Изучение гидродинамики взвешенного слоя	2
		Определение констант процесса фильтрования	4
7.	Тепловые процессы и аппараты	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	4
		Испытания оросительного теплообменника	4
8.	Массообменные процессы и аппараты	Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием	4
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	6

		Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки	4
--	--	--	---

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
<b>4 семестр</b>			
1.	Введение	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3,8 8,4 2,0
2.	Гидростатика	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3,8 8,4 2,0
3.	Элементы гидродинамики	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3,8 8,4 2,0
4.	Гидравлические процессы	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3,8 8,4 2,0
5.	Механические процессы	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3,8 8,4 2,0
<b>5 семестр</b>			
6.	Гидромеханические процессы и аппараты	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	4 8 3
7.	Тепловые процессы и аппараты	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собесе-	4 8

		дование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3
8.	Массообменные процессы и аппараты	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	4,5  8  4

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература**

Процессы и аппараты пищевых производств : учеб. для вузов / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. В. Логинов [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. — СПб. : ГИОРД, 2012. — 616 с.: ил. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4887>

Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] – Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. – 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>

Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум: учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4458>

### **6.2 Дополнительная литература**

Красовицкий, Ю.В. Процессы и аппараты пищевых производств (теория и расчеты) [Текст]/ Ю.В. Красовицкий, Н.С. Родионова, А.В. Логинов; Воронеж. гос. технол. акад.- Воронеж, 2004.- 303 с.

Логинов А.А., Подгорнова Н.М., Болгова И.Н. Процессы и аппараты химических и пищевых производств (пособие по проектированию) [Текст]: учебное пособие для студентов вузов (гриф УМО) / ВГТА. - Воронеж, 2003. - 264 с.

Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии/ К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков – М.: ООО ТИД «Альянс», 2015. – 576 с.

Лашинский, А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Текст]: справочник. - 4-е изд., стер. - М.: Альянс, 2013. - 752 с.

Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] : учебник для студ. технич. вузов (гриф МО) / Т. М. Башта [и др.]. - 4-е изд., стер. - М. : Альянс, 2010. - 423 с.

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Массообменные процессы [Электронный ресурс]: методические указания и задания к курсовому проекту для студентов очной и заочной формы обучения / Остриков, А. Н., Смирных, А. А., Слюсарев, М. И., Болгова, И. Н.; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 36 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/584>

Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Тепловые процессы [Электронный ресурс]: методические указания и задания к курсовому проекту для студентов очной и заочной формы обучения / Остриков, А. Н., Смирных, А. А., Слюсарев, М. И., Болгова, И. Н.; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 32 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/585>

Остриков А.Н. Аттестационно-педагогические измерительные материалы для аттестации студентов по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» [Текст] :

учеб. пособие /А.Н. Остриков, В.С. Калинина, И.С. Наумченко; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж : ВГТА, 2010. – 171 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5821>

Расчет и проектирование массообменных аппаратов: Учебное пособие/Под научной ред. профессора А.Н. Острикова. – СПб.: Издательство «Лань» - 2015. – 352 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56170>

Остриков, А.Н. Расчет и проектирование теплообменников [Текст]: учебник / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, А.С. Попов, И.Н. Болгова; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 440 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/715>

Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] – Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. – 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>

Остриков, А.Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, М.И. Слюсарев, Е.Ю. Желтоухова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992>.

Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию по дисциплине "Процессы и аппараты" / А. Н. Остриков [и др.]. - СПб. : Троицкий мост, 2018. - 360 с.

Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4458>

Процессы и аппараты пищевых производств: задания по курсовому проектированию для студентов, обучающихся по направлениям 19.03.02 - «Продукты питания из растительного сырья», 19.03.03 - «Продукты животного происхождения», очной и заочной формы обучения / А. Н. Остриков, И.Н. Болгова, А.А. Смирных, Е.А. Татаренков; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. - 32 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/1160>

#### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Сайт научной библиотеки ВГУИТ <<http://cnit.vsuet.ru>>.
2. Базовые федеральные образовательные порталы. <[http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal_page.htm)>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека. <[www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)>.
4. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов. <<http://www.ict.edu.ru>>.
5. Национальная электронная библиотека. <[www.nns.ru](http://www.nns.ru)>.
6. Российская государственная библиотека. <[www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)>.
7. Российская национальная библиотека. <[www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)>.
6. ООО Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/>, Лицензионное соглашение № 681/633 от 04.09.2013, неограниченный доступ
7. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>, (Масштабирование при чтении более 300%, мобильное приложение со специальным сервисом для незрячих), неограниченный доступ: пакеты Химия – изд-во Лань, изд-во ИГХТУ, Ветеринария и сельское хозяйство – изд-во «Лань», Технологии пищевых производств – изд-во «ГИОРД», изд-во «Лань», изд-во «Троицкий мост», 66 электронных издания. ООО «Издательство Лань» Договор № 1315 от 03.03.2018 (срок действия с 03.03.2019 по 02.03.2020). Коллекция из



17 электронных изданий. ООО «Издательство Лань» Договор № 1062 от 10.12.2018 (срок действия с 20.12.2018 по 19.12.2019).

8. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>, для 7000 пользователей, (Имеет знак для лиц с ОВЗ - ослабленным зрением ). Базовая коллекция, ООО «НексМедиа» Договор № 125-08/2018/522 от 24.08.2018 (срок действия с 01.09.2018 по 31.08.2019).

9. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>, для 7000 пользователей. Базовая коллекция, ООО «НексМедиа» Договор № 77-06/2019/376 от 22.08.2019 (срок действия с 01.09.2019 по 31.08.2020).

10. ООО «Электронное издательство «ЮРАЙТ» <https://www.biblioonline.ru/>/<https://www.biblio-online.ru/>, неограниченный доступ Договор на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС № 925 от 30.11.2018 (срок действия с 03.12.2018 по 02.12.2019).

11. Электронная библиотека научной библиотеки ВГУИТ АИБС «МегаПро» полная версия 8 модулей, модуль «Квалификационные работы», Лицензионный договор на использование программы для ЭВМ № 2140 от 08.04.2015, Лицензия на использование № 104-2015 от 28.04.2015, Договор на послегарантийное обслуживание АИБС «МегаПро» № 31819/10 от 09.04.2019, <http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web>, неограниченный доступ.

Болгова, И. Н. Процессы и аппараты [Электронный ресурс] : методические указания и задания для контрольных работ студентов заочной формы обучения / И. Н. Болгова; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 83 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2099>

Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Массообменные процессы [Электронный ресурс]: методические указания и задания к курсовому проекту для студентов очной и заочной формы обучения / Остриков, А. Н., Смирных, А. А., Слюсарев, М. И., Болгова, И. Н.; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 36 с.

Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/584>

Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Тепловые процессы [Электронный ресурс]: методические указания и задания к курсовому проекту для студентов очной и заочной формы обучения / Остриков, А. Н., Смирных, А. А., Слюсарев, М. И., Болгова, И. Н.; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 32 с.

Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/585>

Остриков А.Н. Аттестационно-педагогические измерительные материалы для аттестации студентов по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» [Текст] : учеб. пособие /А.Н. Остриков, В.С. Калинина, И.С. Наумченко; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж : ВГТА, 2010. – 171 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5821>

Расчет и проектирование массообменных аппаратов: Учебное пособие/Под научной ред. профессора А.Н. Острикова. – СПб.: Издательство «Лань» - 2015. – 352 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56170>

Остриков, А.Н. Расчет и проектирование теплообменников [Текст]: учебник / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, А.С. Попов, И.Н. Болгова; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 440 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/715>

Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] – Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. – 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>

Остриков, А.Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, М.И. Слюсарев, Е.Ю. Желтоухова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992>.

Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию по дисциплине "Процессы и аппараты" / А. Н. Остриков [и др.]. - СПб. : Троицкий мост, 2018. - 360 с.

Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4458>

Процессы и аппараты пищевых производств: задания по курсовому проектированию для студентов, обучающихся по направлениям 19.03.02 - «Продукты питания из растительного сырья», 19.03.03 - «Продукты животного происхождения», очной и заочной формы обучения / А. Н. Остриков, И.Н. Болгова, А.А. Смирных, Е.А. Татаренков; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. - 32 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/1160>

### **6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. — Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2488> - Загл. с экрана.

### **6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

*При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен» и пр. (указать средства, необходимы для реализации дисциплины).*

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 7 (64 - bit)	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office 2007	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office 2010	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office Professional Plus 2013	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61280574 от 06.12.2012 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
AdobeReaderXI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий (для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации):

№111	Комплект мебели для учебного процесса. Лабораторные установки: «Абсорбция углекислого газа водой», «Расход мощности на перемешивание», Установки для изучения гидродинамики потоков жидкости и газов: «Гидродинамика зернистого слоя», «Гидродинамика колпачковой тарелки», «Осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде», «Осаждение твердых частиц в жидкой среде», «Определение констант процесса фильтрации», «Барабанный вакуум-фильтр», «Простая перегонка», «Исследование теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»», Стенд колонных аппаратов. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
№115	Комплект мебели для учебного процесса. Лабораторные установки: «Изучение режимов движения жидкости», «Относительный покой жидкости во вращающемся вокруг цилиндрической оси цилиндрическом сосуде», «Испытание вакуум-насоса», «Испытание центробежного вентилятора», «Испытание центробежно-вихревого насоса», «Нормальное испытание центробежного насоса», «Стенд Бернулли». Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
№117	Комплект мебели для учебного процесса. Макет вакуум-выпарной установки с выносной греющей камерой. Макет массообменного аппарата. Стенды: «Трехкорпусная вакуум-выпарная установка», «Ректификационная установка непрерывного действия», «Основные виды фильтровальных материалов», «Используемые виды насадок в массообменных аппаратах», «Различные виды контактных устройств массообменных аппаратов». Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

**Учебная аудитория (помещение для самостоятельной работы обучающихся)**

№211(47)	Преобразователь давления измерительный АИР; весы ВСП-0,2/0,1-1. Компьютер Pentium III 2500, Монитор 17 LG Philips; Принтер HP Laser Jet – 1300
----------	--

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

<b>Читальные залы ресурсного центра</b>	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.
---	--

**8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

8.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ 2.4.17-2017 «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 19.03.03 Продукты питания животного происхождения и профилю подготовки «Технологии продуктов питания животного происхождения».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
	акад.	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>252</b>	<b>108</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>27,4</b>	<b>15,8</b>	<b>11,6</b>
Лекции	10	6	4
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные работы	12	8	4
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие	1,5	0,9	0,6
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	1,6	0,8	0,8
Проведение консультаций перед экзаменом	2,0		2,0
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>213,9</b>	<b>88,3</b>	<b>125,6</b>
Контрольные работы	18,7	9,3	9,4
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	5	3	2
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	184	72	112
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	6	4	2
<b>Подготовка к зачету/экзамену (контроль)</b>	<b>10,7</b>	<b>3,9</b>	<b>6,8</b>

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Процессы и аппараты**

# 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Перечень компетенций		Этапы формирования компетенций		
	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-4	готовностью эксплуатировать различные виды технологического оборудования в соответствии с требованиями техники безопасности на пищевых предприятиях	аппаратурно-технологические схемы производственных процессов	рассчитывать производственные мощности и загрузки оборудования	способностью составлять график работы оборудования с целью организации ритмичной работы производства

## 2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение	ОПК-4	Банк тестовых заданий	33,50	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	161-162	Контроль преподавателем
2	Гидростатика	ОПК-4	Банк тестовых заданий	1,48-49,51,71	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	163-165	Собеседование с преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	105,106,172,173	Защита лабораторных работ
3	Элементы гидродинамики	ОПК-4	Банк тестовых заданий	2,3,32,52,68,72	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	99,166-171	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	107-111,174-183	Защита лабораторных работ
4	Гидравлические процессы	ОПК-4	Банк тестовых заданий	4,24-26,34,42,66-67,73	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	100-104	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	1112-120,184	Защита лабораторных работ
			Кейс-задание	78,92	Проверка преподавателем
5	Механические процессы аппараты	ОПК-4	Банк тестовых заданий	23,63-65	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	121,122,212	Контроль преподавателем
6	Гидромеханические процессы и аппараты	ОПК-4	Банк тестовых заданий	5-13,27-28,35-37,53-57,74-75	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	123-130,185-192	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	142-149,213-218	Защита лабораторных работ
			Задачи	235-237,241-243	Проверка преподавателем
7	Тепловые процессы и аппараты	ОПК-4	Кейс-задание	79-84,93,94	Проверка преподавателем
			Банк тестовых заданий	14-18,29,38-39,58-59,76	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	131-133,191-196	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	150-155,219-224	Защита лабораторных работ
8	Массообменные процессы	ОПК-4	Кейс-задание	85-87,95	Проверка преподавателем
			Задачи	238,244-246	Проверка преподавателем
			Банк тестовых заданий	19-22,30-31,40-41,43-47,60-62,69-	Бланочное или компьютерное тестирование

и аппараты		70,77	
	Собеседование (вопросы к экзамену)	134-141,197-211	Контроль преподавателем
	Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	156-160,226-234	Защита лабораторных работ
	Кейс-задание	88-91,96-98	Проверка преподавателем
	Задачи	239-240,247-249	Проверка преподавателем

### 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной

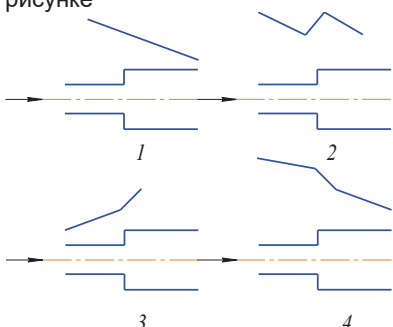
Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования, и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета, экзамена).

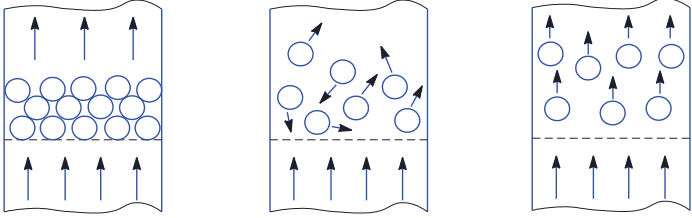
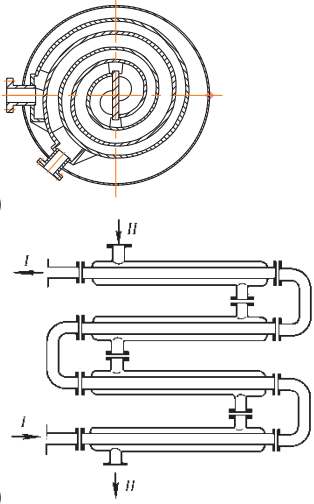
Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

- 8 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 3 контрольных заданий на проверку навыков.

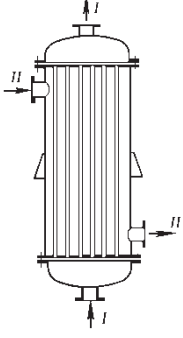
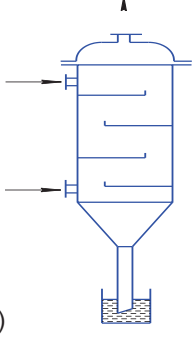
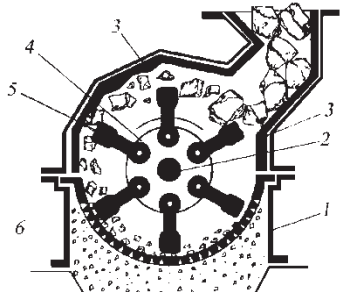
#### 3.1 Тесты (тестовые задания)

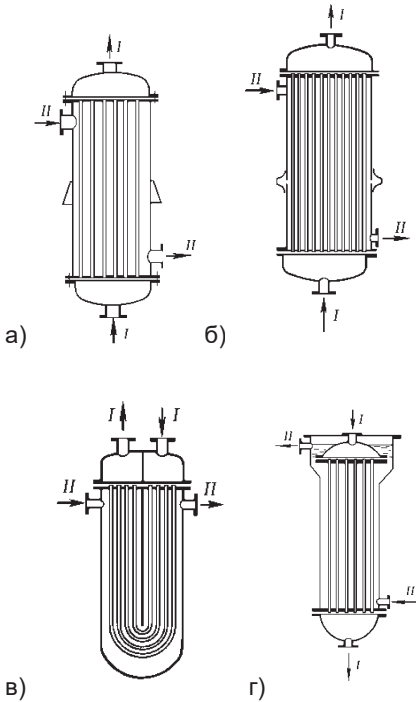
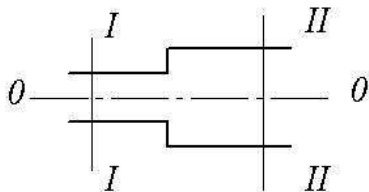
3.1 ОПК-4- готовностью эксплуатировать различные виды технологического оборудования в соответствии с требованиями техники безопасности на пищевых предприятиях

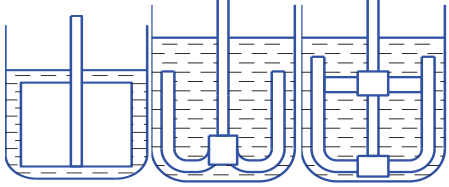
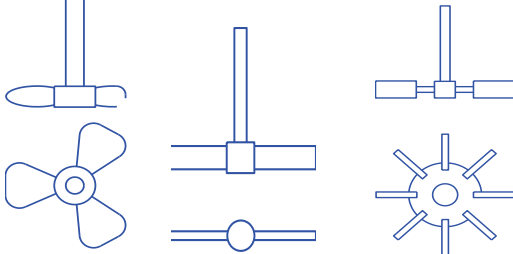
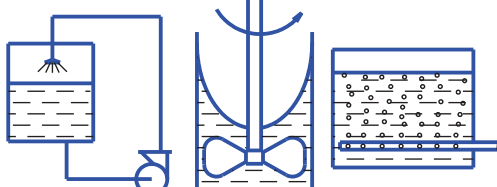
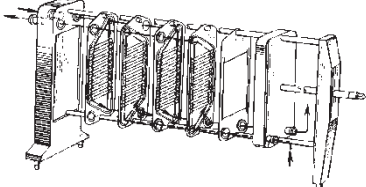
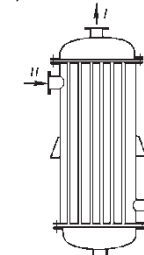
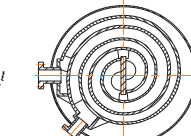
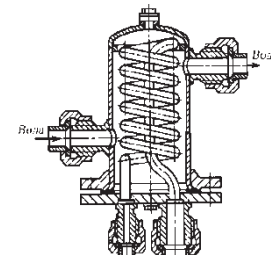
№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1	В открытом сосуде находится жидкость с плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Манометр, присоединенный в некоторой точке сосуда, показывает давление $p = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре? 1) 1,5 м 2) 0,5 м 3) 15 м 4) 5 м
2	Найти критическую скорость в прямой круглой трубе $d = 0,020 \text{ м}$ для воздуха, если его динамический коэффициент вязкости и плотность соответственно равны $\mu = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$ , $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ . 1) 8,3 м/с 2) 1,9 м/с 3) 3,3 м/с 4) 2,3 м/с
3	Укажите правильный вид пьезометрической линии для конфигурации трубопровода, изображенного на рисунке 
4	Насос подает масло с расходом 2 л/с на высоту 60 м. Потери напора составляют 42 м. Оба резервуара открыты, КПД насоса равен 0,6. Плотность масла $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ . Чему равна мощность на валу насоса? 1) 30 кВт 2) 3 кВт 3) 1,77 кВт 4) 1,24 кВт
5	Основной расчетной геометрической характеристикой отстойника является а) высота отстойника; б) длина отстойника; в) площадь поверхности отстойника в плане; г) верный ответ не указан.
6	Каким образом можно увеличить производительность проектируемого отстойника а) увеличивая площадь отстойника в плане; б) увеличивая объем отстойника; в) увеличивая высоту отстойника;

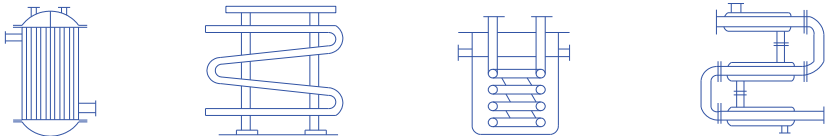
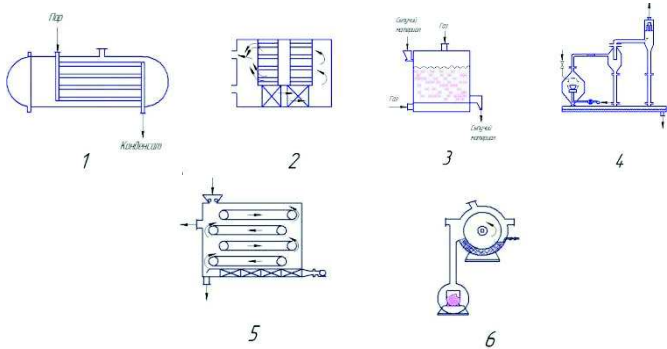
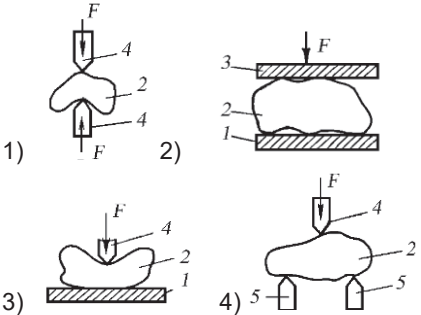
7	<p>г) увеличивая скорость осаждения частиц и площадь отстойника в плане</p> <p>Псевдооживленный слой</p>  <p>а)                                      б)                                      в)</p>
8	<p>Начало псевдооживления наступает при</p> <p>а) равенстве силы гидравлического сопротивления слоя весу всех его частиц;</p> <p>б) условию, что вес отдельной частицы уравнивается силой сопротивления, возникающей при обтекании частицы потоком;</p> <p>в) условии, что вес всех частиц больше гидравлического сопротивления слоя;</p> <p>г) условию, что вес всех частиц меньше гидравлического сопротивления слоя</p>
9	<p>Мощность, потребляемую мешалкой при установившемся режиме, рассчитывают по формуле:</p> <p>1) <math>\frac{\rho n d^2}{\mu}</math>;      2) <math>K_N \cdot \rho n^3 d^5</math>;      3) <math>\frac{K_N \cdot \rho n^3 d^5}{\eta}</math>.</p>
10	<p>Отстойные центрифуги для разделения эмульсий называются:</p> <p>а) гомогенизаторами</p> <p>б) сепараторами</p> <p>в) классификаторами</p> <p>г) циклонами.</p>
11	<p>Фильтры непрерывного действия</p> <p>а) барабанный вакуум-фильтр,</p> <p>б) дисковый вакуум-фильтр,</p> <p>в) нутч-фильтр,</p> <p>г) рамный фильтр-пресс.</p>
12	<p>Какие из фильтров являются фильтрами периодического действия:</p> <p>а) рамный фильтр-пресс;</p> <p>б) барабанный вакуум-фильтр;</p> <p>в) нутч-фильтр;</p> <p>г) ленточный вакуум-фильтр</p>
13	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <p>а) площадь;</p> <p>б) толщина;</p> <p>в) задерживающая способность;</p> <p>г) внешний вид</p>
14	<p>Какой из аппаратов является кожухотрубчатый теплообменником?</p>  <p>1)</p> <p>2)</p>

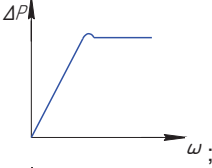
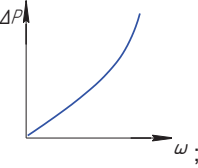
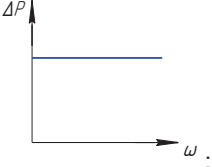
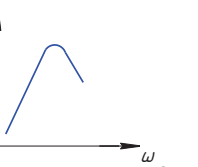


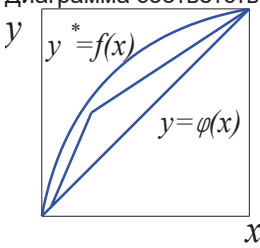
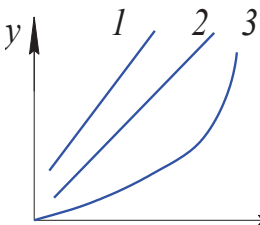
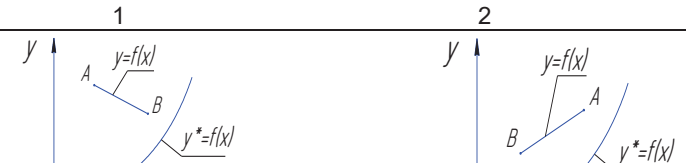
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>3)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4)</p> </div> </div>
15	<p>Основной фактор, определяющий интенсивность выпаривания и производительность выпарного аппарата, – это разность температур</p> <p>а) греющего и вторичного пара;  б) греющего пара и стенки кипятильной трубки;  в) греющего пара и кипящего раствора</p>
16	<p>Многокорпусные выпарные установки применяются для</p> <p>а) увеличения площади теплопередачи;  б) снижения металлоемкости установки;  в) экономии расхода греющего пара;  г) увеличения времени нахождения раствора в зоне выпаривания</p>
17	<p>Назначение ходов в многоходовом теплообменнике по межтрубному пространству для нагревания жидкости водяным паром в том, чтобы</p> <p>а) Увеличить скорость жидкости.  б) Увеличить скорость пара.  в) Увеличить время пребывания жидкости в аппарате.  г) Увеличить время пребывания пара в аппарате</p>
18	<p>Вторичный пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд, называется:</p> <p>а) греющим паром;  б) экстра-паром;  в) глухим паром</p>
19	<p>Исходная смесь при ректификации подается в</p> <p>а) нижнюю часть колонны;  б) среднюю часть колонны;  в) верхнюю часть колонны</p>
20	<p>Состав пара, удаляющегося из ректификационной колонны в дефлегматор, равен составу</p> <p>а) кубового остатка;  б) исходной смеси;  в) дистиллята.</p>
21	<p>Сушка при непосредственном соприкосновении высушиваемого материала с сушильным агентом называется:</p> <p>а) конвективной;  б) сублимационной;  в) радиационной</p>
22	<p>Осуществляется ли процесс кристаллизации из пересыщенных растворов?</p> <p>а) да;  б) нет.</p>
23	<p>Укажите правильное название измельчающей машины, представленной на рисунке.</p> <p>а) молотковая дробилка;  б) дисмембратор;  в) протирачная машина;  г) ножевая дробилка;  д) гомогенизатор.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p><b>Б (на выбор нескольких правильных)</b></p>	
24	<p>Насос для работы на сеть подбирают по</p> <p>1) заданной подаче;  2) требуемому напору;  3) полезной мощности;</p>

	4) максимальному КПД.
25	Динамические насосы 1) центробежные; 2) осевые; 3) вихревые; 4) струйные; 5) поршневые
26	Объемные насосы 1) поршневые; 2) шестеренные; 3) винтовые; 4) центробежные.
27	Неоднородными системами являются: а) суспензия б) пыль в) газовая смесь г) раствор
28	При переходе зернистого слоя в псевдооживленное состояние увеличивается а) порозность; б) высота слоя; в) гидравлическое сопротивление
29	Компенсация температурных удлинений предусмотрена в теплообменниках  
30	Основными характеристиками насадки являются: а) размеры элемента; б) удельная поверхность; в) гидравлическое сопротивление; г) свободный объем.
31	Конвективный процесс сушки можно осуществлять в следующих сушилках: 1) ленточная; 2) вальцовая; 3) камерная; 4) туннельная
<b>В (на соответствие)</b>	
32	Как изменятся скорость и давление в сечении II-II, если диаметр трубы увеличится?   А) скорость    1) уменьшится Б) давление    2) увеличится

33	<p>Единицы измерения</p> <p>А) Объемного расхода Б) Массового расхода В) Динамической вязкости жидкости Г) кинематической вязкости Д) числа Рейнольдса</p> <p>1) <math>\text{м}^3/\text{с}</math> 2) <math>\text{кг}/\text{с}</math> 3) <math>\text{Па}\cdot\text{с}</math> 4) <math>\text{м}^2/\text{с}</math> 5) безразмерное</p>
34	<p>Законы пропорциональности для центробежного насоса</p> <p>1) <math>Q \sim</math> 2) <math>H \sim</math> 3) <math>N \sim</math></p> <p>а. <math>n^1</math> б. <math>n^2</math> в. <math>n^3</math></p>
35	<p>Установить соответствие между рисунком и типом мешалки</p> <p>а) рамная; б) листовая; в) якорная;</p>  <p>1                      2                      3</p>
36	<p>Установить соответствие между картинкой и типом мешалки</p> <p>а) лопастная; б) пропеллерная; в) турбинная.</p>  <p>1                      2                      3</p>
37	<p>Установить соответствие между картинкой и способом перемешивания</p> <p>а) циркуляционный; б) пневматический; в) механический.</p>  <p>1                      2                      3</p>
38	<p>На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между картинкой и названием.</p>  <p>1)</p>  <p>2)</p>  <p>3)</p>  <p>4)                      Колеччат                      Пар</p>

	<p>а) змеевиковый;          б) спиральный;          в) кожухотрубчатый;          г) пластинчатый</p>
39	<p>На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между рисунком и названием.</p>  <p>1                      2                      3                      4</p> <p>а) кожухотрубчатый;          б) оросительный;          в) змеевиковый;          г) типа «труба в трубе».</p>
40	<p>Какая из данных сушилок является:</p> <p>а) ленточной;          б) распылительной;          в) камерной;          г) сушильном шкафом;          д) вальцовой,          е) сушилкой с псевдоожженным слоем</p>  <p>1                      2                      3                      4</p> <p>5                      6</p>
41	<p>Приведите в соответствие название и схемы способов измельчения продуктов.</p>  <p>1)                      2)</p> <p>3)                      4)</p> <p>а) раздавливание;          б) раскалывание между клинообразными рабочими элементами;          в) разламывание;          г) раскалывание с опорной плитой.</p>
<b>Д (открытого типа)</b>	
42	Пересечение напорной характеристики насоса и напорной характеристики сети – это _____ точка
43	Ректификация – это процесс _____ частичного испарения жидкости с последующей конденсацией образующихся паров
44	Жидкость, возвращаемая в ректификационную колонну для орошения и взаимодействия с поднимающимся паром, - это _____
45	В первый период сушки удаляется _____ влага
46	Уменьшение влажности материала за бесконечно малый промежуток времени - это _____ сушки
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
48	<p>Текучестью жидкости называют</p> <p>а) свойство жидкостей, означающее способность перемещаться без влияния сдвигающих сил;          б) общее свойство для всех жидкостей, означающее способность течь под влиянием самых малых сдвигающих усилий;          в) общее свойство для всех жидкостей, означающее способность течь под влиянием изменения поверхностного натяжения;          г) особое свойство для некоторых жидкостей, означающее способность течь под влиянием сдвигающих</p>

	сил.
49	Особенностью ньютоновских жидкостей является то, что для них а) вязкость не зависит от температуры и давления; б) справедлив закон внутреннего трения Ньютона; в) модуль упругости не изменяется с увеличением температуры; г) несправедлив закон внутреннего трения Ньютона.
50	Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как 1) среда, имеющая разрывы и пустоты 2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты 3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении 4) континуум, непрерывная сплошная среда
51	Чему равно абсолютное давление в озере на глубине 5 м? 1) 5 ат 2) 50 ат 3) 1,5 ат 4) 0,5 ат
52	Какой закон механики выражает уравнение Бернулли? 1) Закон сохранения количества движения 2) Второй закон Ньютона 3) Закон сохранения энергии 4) Закон сохранения материи
53	Соотношение между критерием Рейнольдса и Архимеда при ламинарном режиме осаждения: а) $Re = \frac{Ar}{18}$ ; б) $Re = 0,152Ar^{0,75}$ ; в) $Re = 1,74\sqrt{Ar}$ ; г) верный ответ не указан.
54	Отстаивание есть процесс разделения под действием силы а) инерции; б) тяжести; в) центробежной; г) электрического поля
55	Правильная запись основного дифференциального уравнения фильтрования, если $\Delta P$ – разность давлений, $R_{oc}, R_{\phi}$ – сопротивления осадка и фильтровальной перегородки, $V$ – объем фильтрата, $S$ – площадь поверхности фильтрования, $\tau$ – продолжительности фильтрования. а) $\Delta P = \mu(R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau}$ ;      б) $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} - R_{\phi})}$ ; в) $\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}$ ;      г) $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}$ .
56	В аппарате на решетке находится слой зернистого материала. Как изменится перепад давлений $\Delta P$ на слое, если скорость газа $w$ через слой непрерывно увеличивать, начиная от $w = 0$ . а)  ; б)  ; в)  ; г)  .
57	Скорость фильтрования при постоянном перепаде давления, с увеличением слоя осадка а) остается постоянной; б) с течением времени увеличивается; в) с течением времени уменьшается; г) в начале остается постоянной, потом уменьшается
58	Передача теплоты от стенки к жидкости (газу) или в обратном направлении называется процессом а) теплоотдачи; б) теплопередачи; в) теплопроводности
59	Выпаривание под разрежением

	<p>а) повышает температуру кипения растворов;  б) понижает температуру кипения растворов;  в) не изменяет температуру кипения растворов</p>
60	<p>Как меняется растворимость газа в жидкости, если повысить давление и снизить температуру?  а) Увеличится.  б) Уменьшится.  в) Не изменится</p>
61	<p>Диаграмма соответствует процессу</p>  <p>а) абсорбция;  б) ректификация;  в) перегонка</p>
62	<p>Процесс выделения твердого вещества из его пересыщенного раствора или расплава называется  а) кристаллизацией;  б) адсорбцией;  в) экстрагированием.</p>
63	<p>Какие напряжения преобладают при раскалывании продуктов?  а) изгибающие;  б) сжатия;  в) сдвига</p>
64	<p>Какие напряжения возникают в процессе резания?  а) изгибающие;  б) сжатия;  в) сдвига</p>
65	<p>Какие напряжения возникают в процессе раздавливания продукта?  а) изгибающие;  б) сжатия;  в) сдвига</p>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
66	<p>Основными параметрами работы насосов являются  1) напор; а. <math>H</math>  2) подача; б. <math>Q</math>  3) мощность; в. <math>N</math>  4) КПД; г. <math>\eta</math>  5) число оборотов д. <math>n</math>.</p>
67	<p>Требуемый напор насоса определяется  1) геометрической высотой подъема жидкости;  2) разностью давлений в напорной и приемной емкостях;  3) потерями напора в сети;  4) высотой всасывания;  5) КПД насоса.</p>
<b>В (на соответствие)</b>	
68	<p>В круглой трубе происходит движение жидкости при <math>Re = 500</math>. Можно ли применить формулу:</p> $h_f = \frac{64}{Re} \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$ <p>лу: для расчета потери напора на трение в трубе, если число Рейнольдса увеличится:  а) в 2 раза 1) можно  б) в 5 раз 2) нельзя</p>
69	<p>На диаграмме <math>y-x</math> изображены три линии, характеризующие процесс абсорбции: рабочая, равновесная и кинетическая. Установите соответствие между названием и номером линии.</p> 
70	<p>Установите соответствие между диаграммами и их названиями. соответствует  а) Диаграмма процесса абсорбции при прямоточной схеме. б) Диаграмма процесса абсорбции при противоточной схеме.</p>
	

<b>Д (открытого типа)</b>	
71	Реальная жидкость отличается от идеальной наличием _____.
72	При движении реальной жидкости «потерянная» механическая энергия переходит в _____ энергию.
73	Количество энергии, сообщаемой насосом единице веса перекачиваемой жидкости - это _____.
74	Система, состоящая из жидкой сплошной фазы и твердой дисперсной, - это _____.
75	Объем свободного пространства между частицами в единице объема, занятого зернистым слоем – это _____.
76	Движущей силой процесса теплопередачи является разность _____.
77	Целевой компонент всегда переходит в фазу, в которой содержание его _____ равновесной _____.

### 3.2 Кейс - задания

#### 3.2 ОПК-4- готовностью эксплуатировать различные виды технологического оборудования в соответствии с требованиями техники безопасности на пищевых предприятиях

Номер вопроса	Текст задания
78	<b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Насос подает сырье в количестве 20 м <sup>3</sup> /ч, создавая напор 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$ . <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности насоса
79	<b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо провести реконструкцию с целью увеличения производительности отстойников. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности отстойников
80	<b>Ситуация.</b> Вы работаете метрологом на очистных сооружениях. При отборе проб выяснилось, что осветленная жидкость имеет не надлежащее качество. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по улучшению качества осветленной жидкости
81	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода. При отборе проб выяснилось, что не обеспечивается заданная чистота фильтрата. <b>Задание.</b> Объясните причины брака, предложите мероприятия по улучшению качества фильтрата
82	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода, необходимо увеличить скорость фильтрования с целью повышения производительности (фильтрование ведется при постоянном перепаде давления). <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности фильтров
83	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на кондитерской фабрике в кондитерском цехе. Процесс перемешивания вязкопластичных конфетных масс имеет низкую интенсивность. <b>Задание:</b> Повысить интенсивность перемешивания вязкопластичных конфетных масс.
84	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на кондитерской фабрике в кондитерском цехе. Процесс перемешивания вязкопластичных конфетных масс имеет низкую эффективность. <b>Задание:</b> Предложите мероприятия по повышению эффективности процесса.
85	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе, для подогрева жомопресованной воды перед поступлением в отстойник используется вертикальный кожухотрубчатый теплообменник. За 5 мин вода должна нагреваться от 35 до 85 °С. Сейчас за пять минут вода нагревается от 35 до 60 °С. <b>Задание:</b> Установить причину данного происшествия и предложить ряд мероприятий по предотвращению подобных ситуаций.
86	<b>Ситуация.</b> Вы работаете начальником участка выпаривания сахарного завода. Необходимо провести инструктаж по технике безопасности для вновь пришедших операторов. <b>Задание.</b> Перечислите мероприятия по обеспечению безопасности при работе на вакуум-выпарной установке.
87	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на вакуум-выпарной установке сахарного завода. Перед Вами поставили задачу экономии энергоносителей. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия для экономии греющего пара, приходящегося на один кг выпариваемой воды.
88	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия по интенсификации процесса абсорбции аммиака водой.
89	<b>Ситуация.</b> Выработаете главным инженером на хлебоприемном пункте. Вам поручили приобрести новую зерносушильную установку. <b>Задание:</b> Подобрать возможные конструкции сушилок, пояснить их достоинства и недостатки.
90	<b>Ситуация.</b> В овощесушильном цехе, где Вы работаете, начальником цеха, сушат абрикосы. Абрикосы поступают в цех с влажностью 75 % и высушиваются до 17 % за 950 с. <b>Задание:</b> Определить какая скорость сушки абрикосов на имеющемся оборудовании и предложить мероприятия по ее увеличению.

91	<b>Ситуация.</b> В цехе, где Вы работаете оператором линии по сушке фруктовых чипсов, очень высокие потери теплоты сушилкой в окружающую среду. <b>Задание:</b> Предложить комплекс мер по минимизации этих потерь.
92	<b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, обнаружили перерасход электроэнергии. Самым энергоемким является насос, который подает 20 м <sup>3</sup> /ч воды на высоту 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$ . <b>Задание.</b> Определить мощность, потребляемую насосом
93	<b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо увеличить скорость осаждения в отстойниках. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению скорости осаждения
94	<b>Ситуация.</b> Вы работаете инженером на предприятии. Лопастная мешалка смесителя для перемешивания технического глицерина размером $d_1 = D/3$ была заменена на меньшую с $d_2 = D/4$ . Размешивание в обоих случаях производится в условиях ламинарного режима. <b>Задание.</b> Определить, как повлияет данное изменение на частоту вращения мешалки при такой же мощности электродвигателя?
95	<b>Ситуация.</b> В цехе работает (по прямоточной схеме) воздухоподогреватель, в котором нагревается воздух от температуры $t_1' = 20$ °С до $t_2' = 210$ °С горячими газами, которые охлаждаются от температуры $t_1 = 410$ °С до температуры $t_2 = 250$ °С. <b>Задание.</b> Определить средний температурный напор между воздухом и газом и предложить мероприятия по его увеличению.
96	<b>Ситуация.</b> Вы работаете оператором противоточного насадочного абсорбера, служащего для поглощения аммиака из смеси его с воздухом водой при следующих условия: начальная концентрация аммиака в воде $x_n = 0$ кмоль/кмоль, ее расход $L = 3,89 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с, конечная $y_k = 0,0025$ кмоль/кмоль. Расход газовой смеси $G = 1,94 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с. <b>Задание.</b> Определить, какой будет концентрация аммиака в воде на выходе из абсорбера заданной при степени извлечения 85%.
97	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на спиртзаводе. На предприятие имеется ректификационная колонна, служащая для увеличения концентрации этанола в воде от $x_f = 10$ % мол до $x_D = 80$ %мол. <b>Задача.</b> Определить минимальное флегмовое число данной колонны. Пояснить, на что оно влияет.
98	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на спиртзаводе. Ректификационная колонна в цехе работает при флегмовом числе, равном $R = 2,5$ , а дистиллят должен иметь концентрацию 82 % мол. Число реальных тарелок в верхней части колонны 12, КПД тарелок $\eta_T = 0,5$ . <b>Задача.</b> Определить минимальное содержание этилового спирта $x_f$ на нижней (питательной) тарелке укрепляющей части колонны, служащей для увеличения содержания этилового спирта в смеси с водой

### 3.3 Собеседование (вопросы к экзамену, защите лабораторных работ)

#### 3.3 ОПК-4- готовностью эксплуатировать различные виды технологического оборудования в соответствии с требованиями техники безопасности на пищевых предприятиях

Номер вопроса	Текст вопроса
99	Местные сопротивления. Гидравлическое сопротивление типовых тепло- и массообменных аппаратов
100	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов.
101	Основные параметры работы насосов. Характеристики насосов.
102	Насосные установки. Характеристика сети. Рабочая точка насоса.
103	Регулирование работы динамического насоса на сеть.
104	Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов.
105	Экспериментальная установка «Относительный покой жидкости» и порядок выполнения работы на ней. Правила безопасной работы на установке.
106	Относительное равновесие (покой) жидкости. Примеры такого равновесия, встречающиеся в природе и использующиеся в технике.
107	Построение пьезометрической и напорной линий, графическое определение потери напора.
108	Гидравлически гладкие трубы, область влияния вязкости и шероховатости, гидравлически шероховатые трубы.
109	Понятие о местном сопротивлении. Коэффициент местного гидравлического сопротивления. Формула Вейсбаха.
110	Уравнение Бернулли и его применение к расчету потерь напора в трубопроводе
111	Устройство и принцип действия лопастных насосов.
112	Основные параметры (производительность, напор, мощность и КПД насоса).
113	Рабочие характеристики лопастных насосов.
114	Регулирование производительности и эксплуатация насосов.
115	Сравнительная оценка лопастных насосов. Подобие насосов. Закон пропорциональности.
116	Как определить напор действующего насоса.
117	Устройство центробежного вентилятора. Роль «улитки», конфузора, диффузора.
118	Рабочие характеристики вентиляторов. Рабочая точка.
119	Мощность двигателя и КПД вентиляторной установки.
120	Зависимость режима работы вентилятора от числа оборотов.
121	Измельчение твердых материалов. Дробилки для крупного и тонкого измельчения.



122	Измельчение твердых материалов. Сортирование и смешение твердых материалов.
123	Расчет скорости свободного и стесненного осаждения частиц в гравитационном поле. Конструкции отстойников. Определение основных размеров.
124	Расчет гидравлического сопротивления слоя. Расчет скорости псевдооживления, витания и уноса. Однородное и неоднородное псевдооживление. Пневмо- и гидротранспорт зернистого твердого растительного сырья.
125	Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания из растительного сырья. Фильтрующие перегородки. Сжимаемые и несжимаемые осадки.
126	Классификация и основные типы фильтровальной аппаратуры, используемой для производства продуктов питания из растительного сырья. Фильтры периодического и непрерывного действия для разделения суспензий.
127	Оптимизация продолжительности цикла фильтрования, фильтры для очистки газов от пылей. Основы расчета фильтров периодического и непрерывного действия.
128	Центрифуги фильтрующие и отстойные периодического и непрерывного действия. Сепараторы. Основы расчета осадительных центрифуг. Основы расчета фильтрующих центрифуг. Мокрая очистка газов. Электрофильтры
129	Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Гидродинамические структуры потока в аппаратах с механическим перемешиванием.
130	Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания. Использование пульсационной техники при переработке растительного сырья.
131	Теплообменные аппараты. Классификация и конструкции основных поверхностных теплообменников. Конструкции смесительных теплообменников. Схема расчета теплообменников.
132	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
133	Оптимальное число корпусов. Распределение полезной разности температур по корпусам. Конструкции выпарных аппаратов и их классификация.
134	Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Расчет рабочей высоты массообменных аппаратов. Аппараты с непрерывным контактом фаз (насадочные, пленочные). Число единиц переноса. Высота единицы переноса. Способы расчета числа единиц переноса.
135	Аппараты со ступенчатым контактом фаз (тарельчатые). Ступень изменения концентрации (теоретическая тарелка). Кинетическая кривая. Графоаналитический расчет числа тарелок. Коэффициент полезного действия колонного аппарата. Расчет диаметра аппаратов. Пути интенсификации массообменных процессов.
136	Пути интенсификации массообменных процессов. Десорбция и способы ее проведения. Абсорберы. Их классификация.
137	Классификация ректификационных аппаратов и их расчет.
138	Влияние условной кристаллизации на качественные характеристики кристаллов. Основные конструктивные типы кристаллизаторов. Пути интенсификации процесса.
139	Классификация и конструкции конвективных сушилок. Распылительные сушилки.
140	Контактная сушка. Специальные методы сушки. Сублимационная сушка. Сушка инфракрасными лучами. Сушка токами высокой частоты
141	Экспериментальное определение сопротивления зернистых слоев. Схема лабораторной установки, порядок проведения эксперимента.
142	Примеры практического использования неподвижных и взвешенных зернистых слоев.
143	Факторы, влияющие на скорость осаждения. Методы интенсификации процесса осаждения.
144	Формула производительности отстойников. Расчет отстойников.
145	Конструкции отстойников.
146	Типы фильтровальных перегородок и требования, предъявляемые к материалам фильтрованных перегородок.
147	Схема лабораторной установки «Определение констант процесса фильтрования», порядок проведения эксперимента.
148	Экспериментальное определение порозности осадка.
149	Конструкции фильтров периодического и непрерывного действия
150	Схема лабораторной установки «Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе», порядок проведения эксперимента.
151	Определение значений опытного коэффициента теплопередачи.
152	Методы интенсификации процесса теплопередачи.
153	Конструкция теплообменника типа "труба в трубе".
154	Классификация теплообменных аппаратов. Конструкция оросительного теплообменника.
155	Схема установки «Испытания оросительного теплообменника», порядок проведения эксперимента.
156	Отличительная особенность сушки от других способов обезвоживания.
157	Схема лабораторной установки «Изучение кинетики процесса конвективной сушки», порядок проведения эксперимента.
158	Устройство сушилок.
159	Схема лабораторной установки «Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки», порядок проведения эксперимента.
160	Принципиальная схема периодической простой перегонки, сущность процесса. Фракционная перегонка.

161	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.
162	Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов: материальный и энергетический балансы, интенсивность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление. Оптимизация процессов
163	Основные свойства жидкости. Понятие о реальной и идеальной жидкостях. Силы, действующие на жидкость. Закон Ньютона для жидкостного трения.
164	Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения
165	Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда
166	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости.
167	Уравнения движения реальной и идеальной жидкостей.
168	Интеграл Бернулли, его энергетический смысл. Уравнение Бернулли и его геометрический смысл.
169	Основы теории гидродинамического подобия. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости: ламинарный и турбулентный.
170	Характер и виды потерь энергии при движении жидкости: потери по длине. Расчет коэффициента гидравлического трения.
171	Характер и виды потерь энергии при движении жидкости: местные потери
172	Вывод дифференциальных уравнений Эйлера. Физический смысл слагаемых, входящих в уравнения Эйлера для поля сил земного тяготения.
173	Силы, действующие на жидкость при равномерном вращении ее вокруг вертикальной оси в цилиндрическом сосуде. Вывод уравнения свободной поверхности для рассматриваемых условий.
174	Ламинарный режим движения, его особенности.
175	Турбулентный режим движения, его особенности.
176	Число Рейнольдса для цилиндрических труб и для потоков с некруглым сечением
177	Значение режима движения для расчета трубопроводов.
178	Причины разрушения ламинарного режима.
179	Уравнение Бернулли для установившегося потока несжимаемой жидкости.
180	Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
181	Уравнение неразрывности для потока.
182	Уравнение Бернулли при расчете потерь на прямолинейных участках трубопровода.
183	Зависимость коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдса при ламинарном и турбулентном режимах.
184	Основное уравнение центробежных машин (уравнение Эйлера).
185	Измельчение твердых материалов. Расход энергии.
186	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания из растительного сырья. Классификация гидромеханических процессов.
187	Сопротивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения.
188	Движение жидкостей через неподвижные зернистые слои. Характеристики зернистого слоя: порозность, удельная поверхность слоя, удельная поверхность частицы, эквивалентный диаметр каналов.
189	Уравнение фильтрации и экспериментальное определение его констант. Промывка осадков. Скорость промывки.
190	Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Очистка газов от пыли в циклонах. Разделение суспензий и эмульсий в гидроциклонах. Фактор разделения.
191	Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Стационарный и нестационарный перенос теплоты.
192	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача. Дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты.
193	Подобие тепловых процессов. Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Уравнение теплопередачи для плоской и цилиндрической стенок. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.
194	Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре.
195	Материальный и тепловой балансы для однокорпусной выпарной установки. Общая и полезная разность температур. Тепловые потери в установках. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена.
196	Многokратное выпаривание. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Материальный и тепловой балансы для многократного выпаривания.
197	Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость.
198	Механизмы переноса массы. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии.
199	Дифференциальное уравнение переноса массы в потоке. Турбулентная диффузия. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса.
200	Критерии диффузионного подобия. Обобщенное уравнение массоотдачи. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Связь между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи.
201	Средняя движущая сила процессов массопередачи. Влияние гидродинамической структуры потоков на величину средней движущей силы массопередачи. Аналогия процессов тепло- и массопереноса в пищевой аппаратуре. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Роль и значение гидродинамики процесса.
202	Особенности массопередачи в системах с твердой фазой. Механизмы переноса в твердых телах, неста-

	ционарность массопереноса в твердых телах. Способы массопередачи в системах с твердой фазой.
203	Характеристика процесса абсорбции и области его применения. Выбор абсорбента. Физическая абсорбция и абсорбция, сопровождаемая химической реакцией. Равновесие между фазами. Влияние температуры и давления на равновесие.
204	Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Удельный расход абсорбента, его минимальное и оптимальное значение. Схемы проведения процесса абсорбции. Расчет абсорберов.
205	Простая перегонка. Материальный баланс. Определение температуры дистилляции и расход водяного пара.
206	Ректификация. Физические основы ректификационных процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации.
207	Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций. Определение минимального и рабочего флегмового числа (зависимость между числом флегмы, расходом греющего пара, охлаждающей воды, производительностью и основными размерами аппарата).
208	Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора.
209	Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса.
210	Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушилки. Свойства влажного воздуха.
211	Материальный и тепловой балансы конвективной сушилки. Действительная и теоретическая сушилки. Удельные расходы воздуха и тепла. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Испарение влаги с поверхности и перемещение внутри материала. Периоды постоянной и падающей скорости сушки.
212	Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Кривая сушки и кривая изменения температуры высушиваемого образца. Кривые кинетики сушки. Приведенная критическая влажность высушиваемого материала. Продолжительность первого и второго периода сушки.
213	Законы гидродинамики. Физические представления о сопротивлениях. Основные характеристики движения в слое зернистого материала.
214	Понятие о псевдооживленном состоянии зернистого слоя, условия его существования. Понятие критической скорости и скорости уноса.
215	Основное уравнение взвешенного слоя. Причины постоянства $\Delta P_{сл}$ при изменении $\omega_0$ в интервале скоростей воздуха от $\omega_{кр}$ до $\omega_{ун}$ .
216	Дифференциальное уравнение процесса фильтрования при постоянном перепаде давления и его решение.
217	Константы процесса фильтрования, их физический смысл и практическое значение.
218	Движущая сила фильтрования.
219	Теплопередача. Механизм процесса и основное уравнение теплопередачи.
220	Расчет коэффициента теплопередачи.
221	Тепловая нагрузка аппарата. Определение тепловой нагрузки аппарата.
222	Схемы движения теплоносителей. Определение среднего температурного напора
223	Связь коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Методы увеличения коэффициента теплопередачи
224	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах.
225	Формы связи влаги с материалом. Характер удаления влаги из материала.
226	Кривая сушки, её построение. Построение кривой скорости сушки, сущность метода графического дифференцирования.
227	Характеристика двух периодов сушки, критическая влажность материала.
228	Константа скорости сушки и её физический смысл. Определение продолжительности процесса сушки, вывод расчётных уравнений.
229	Измерение концентрации НК в водно-спиртовых смесях. Способы выражения состава фаз.
230	Расчет количества получаемого остатка путем графического интегрирования.
231	Расчет количества дистиллята и содержания в нем НК.
232	Сущность абсорбции. Законы массопередачи, которым подчиняется процесс абсорбции.
233	Движущая сила процессов массопередачи.
234	Сущность физической абсорбции и абсорбции, сопровождаемой химической реакцией

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – 2017 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 – 2017 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-4 - готовностью эксплуатировать различные виды технологического оборудования в соответствии с требованиями техники безопасности на пищевых предприятиях</b>					
<b>Знать</b> основные процессы, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	Собеседование (экзамен)	Знание основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	обучающийся грамотно решил кейс-задания и/или задачи, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания и/или задачи, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания и/или задачи, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> проводить и анализировать основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из растительного сырья	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение проводить и анализировать основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из растительного сырья	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b> методиками выполнения расчетов и анализа основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)