

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

проф. Василенко В.Н.

---

« 25 » мая \_\_\_\_\_ 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Процессы и аппараты

#### Направление подготовки

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

#### Направленность (профиль) подготовки

### Инженерия техники пищевых технологий

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты» является формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых при осуществлении научно-исследовательской, производственно-технологической и других видов деятельности при эксплуатации технологических машин и оборудования.

**Задачи дисциплины заключаются в подготовке обучающихся к решению следующих профессиональных задач:**

- проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;
- проведение технических измерений, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров и публикаций;
- обслуживание технологического оборудования для реализации производственных процессов;
- участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;
- расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

Объектами профессиональной деятельности являются технологические машины и оборудование различных комплексов, производственные технологические процессы, их разработка, гидравлические машины.

## 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	пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать информацию в доступном для других виде	физическую сущность и значение информации о современных процессах и аппаратах пищевых технологий в развитии современного общества, источники информации о современных процессах и аппаратах пищевых технологий и способы ее обработки	получать и обрабатывать информацию о процессах и аппаратах пищевых технологий из различных источников, уметь ее интерпретировать, структурировать и оформлять ее в доступном для других виде	пониманием сущности и значения информации о современных процессах и аппаратах пищевых технологий в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников о процессах и аппаратах пищевых технологий, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять ее в доступном для других виде
2	ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом	технические объекты (аппараты) и технологические процессы пищевых технологий, методики проведения экспериментов, обработки данных	моделировать технические объекты (аппараты) и технологические процессы пищевых технологий с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперимен-	навыками проведения технологических процессов на соответствующем оборудовании по заданным методикам, обрабатывать и анализировать полученные результаты

		результатов		ты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	
3	ПКв-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	на современном научном уровне основные положения процессов и аппаратов пищевых технологий, базирующиеся на законах и методах естественнонаучных и математических	рассчитывать процессы и аппараты пищевых технологий, используя законы и методы естественных наук и математики	методиками расчета процессов и аппаратов пищевых технологий с использованием законов и методов естественных наук и математики на современном научном уровне

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты» относится к блоку 1 ОП и ее базовой части, модуль «Общеобразовательный». Дисциплина «Процессы и аппараты» базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин: *Математика; Физика; Химия; Информатика; Компьютерная и инженерная графика.*

Дисциплина «Процессы и аппараты» является предшествующей для освоения дисциплин: *Математическое моделирование; Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств; Технологическое оборудование механических и гидромеханических процессов; Технологическое оборудование биотехнологических процессов; Системное развитие техники пищевых производств; Технология конструирования пищевых машин и автоматов; Основы проектирования; Производственные практики, Государственная итоговая аттестация.*

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	
		3	4
	акад.	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>216</b>	<b>72</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>89,95</b>	<b>30,85</b>	<b>59,1</b>
Лекции	33	15	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные работы	33	15	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия	18		18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие	1,65	0,75	0,9
Консультирование и прием курсового проекта	2	-	2
Проведение консультаций перед экзаменом	2	-	2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>92,25</b>	<b>41,15</b>	<b>51,1</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	15	10	5
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	26,1	21	5,1
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	15,15	10,15	5
Курсовой проект (выполнение расчетов, чертежа общего вида аппарата ф. А1, оформление, защита)	36	-	36
<b>Подготовка к экзамену (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, ак.ч	
			в традиционной форме	в форме практической подготовки
<b>3 семестр</b>				
1.	Введение	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Значение информации о современных процессах и аппаратах для развития пищевых технологий. Современные задачи и тенденции развития пищевых технологий. Общие научные принципы анализа и расчета процессов и аппаратов, базирующиеся на знании основных положений, законов и методов естественных наук и математики: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу. Принципы оптимизации процессов.	6,15	
2	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов пищевых технологий	Методы исследования и моделирования технологических процессов. Физическое и математическое моделирование. Моделирование технических объектов (аппаратов) и технологических процессов пищевых технологий с использованием стандартных пакетов и САПР (КОМПАС 3D). Применение теории подобия при исследовании процессов и аппаратов. Геометрическое подобие. Инварианты и константы подобия. Физическое подобие. Три теоремы подобия и их практическое значение. Основные критерии геометрического подобия. Методы анализа размерностей. π - теорема. Использование пакета LabVIEW для проведения экспериментальных исследований процессов и аппаратов, сбор, обработка и анализ полученной информации.	17	
3	Гидравлические процессы	Жидкие технологические среды, как объект исследования. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда. Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия. Уравнения энергии. Потери энергии. Гидравлические машины. 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 динамических и объемных	48	

		насосов.		
	Консультации текущие			<b>0,75</b>
	Зачет			<b>0,1</b>
<b>4 семестр</b>				
4	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	<b>7</b>	
5	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. Псевдоожижение. 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.	<b>27</b>	
6	Тепловые процессы и аппараты	Значение процессов теплообмена в пищевых технологиях. 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.	<b>34</b>	
7	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость. Молекулярная и турбулентная диффу-	<b>37,1</b>	

	<p>зия. 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. 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. Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора. Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса. Пути интенсификации процесса. 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>		
	Консультации текущие		<b>0,9</b>
	Консультирование и прием курсового проекта		<b>2</b>
	Проведение консультаций перед экзаменом		<b>2</b>
	Экзамен		<b>0,2</b>

\*в форме практической подготовки

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч		ЛР, ак. ч		ПЗ, ак. ч		СР О, ак. ч
		в традиционной форме	в форме практической подготовки	в традиционной форме	в форме практической подготовки	в традиционной форме	в форме практической подготовки	
<b>3 семестр</b>								
1	Введение	2	-		-			4,15
2	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов пищевых технологий	3	-	4	-			10
3	Гидравличе-	10	-	11	-			27

	ские процессы							
	Консультации текущие	0,75						
	Зачет	0,1						
<b>4 семестр</b>								
5	Механические процессы	2	-					5
6.	Гидромеханические процессы и аппараты	5	-	6	-	6	-	10
7.	Тепловые процессы и аппараты	5	-	6	-	6	-	17
8.	Массообменные процессы и аппараты	6	-	6	-	6	-	19,1
	Консультации текущие	0,9						
	Консультирование и прием курсового проекта	2						
	Проведение консультаций перед экзаменом	2						
	Экзамен	0,2						

\*в форме практической подготовки

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
<b>3 семестр</b>			
1.	Введение	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Значение информации о современных процессах и аппаратах для развития пищевых технологий. Современные задачи и тенденции развития пищевых технологий. Общие научные принципы анализа и расчета процессов и аппаратов, базирующиеся на знании основных положений, законов и методов естественных наук и математики: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу. Принципы оптимизации процессов.	2
2.	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов пищевых технологий	Методы исследования и моделирования технологических процессов. Физическое и математическое моделирование. Моделирование технических объектов (аппаратов) и технологических процессов пищевых технологий с использованием стандартных пакетов и САПР (КОМПАС 3D). Применение теории подобия при исследовании процессов и аппаратов. Геометрическое подобие. Инварианты и константы подобия. Физическое подобие. Три теоремы подобия и их практическое значение. Основные критерии геометрического подобия. Методы анализа размерностей. $\pi$ - теорема. Использование пакета LabVIEW для проведения экспериментальных исследований процессов и аппаратов, сбор, обработка и анализ полученной информации.	3
3.	Гидравлические процессы	Жидкие технологические среды, как объект исследования. Дифференциальные уравнения рав-	10

		новесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда. Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия. Уравнения энергии. Потери энергии. Гидравлические машины. 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 динамических и объемных насосов.	
<b>4 семестр</b>			
4.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	2
5.	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.	5
6.	Тепловые процессы и аппараты	Значение процессов теплообмена в пищевых технологиях. 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.	5
7.	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость. Молекулярная и турбулентная диффузия. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса. Критерии диффузионного подобия. Основное уравнение массопередачи. Коэффициен-	6



		<p>ты 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 кристаллохимической 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>	
--	--	---	--

\*в форме практической подготовки

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
<b>4 семестр</b>			
5.	Гидромеханические процессы и аппараты	Расчет отстойника	2
		Расчет барабанного вакуум-фильтра	2
		Расчет центрифуг	2
6.	Тепловые процессы и аппараты	Расчет теплообменника типа «труба в трубе»	2
		Расчет кожухотрубчатого теплообменника	2
		Расчет выпарного аппарата	2
7.	Массообменные процессы и аппараты	Расчет абсорбера	2
		Расчет ректификационных колонн	2
		Расчет конвективных сушилок	2

\*в форме практической подготовки

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
<b>3 семестр</b>			
1.	Введение		
2.	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов пищевых технологий	Экспериментальное получение основных характеристик гидравлической машины и заключение о целесообразности ее использования на основе обработки и анализа данных (LabVIEW)	4
3.	Гидравлические процессы	Относительный покой жидкости в равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси цилиндрическом сосуде	2
		Изучение режимов движения жидкости	2
		Материальный и энергетический балансы потока	4

		Испытание центробежного вентилятора	3
<b>4 семестр</b>			
4.	Механические процессы		
5.	Гидромеханические процессы и аппараты	Изучение гидродинамики взвешенного слоя	2
		Осаждение под действием силы тяжести	2
		Определение констант процесса фильтрации	2
6.	Тепловые процессы и аппараты	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	3
		Испытания оросительного теплообменника	3
7.	Массообменные процессы и аппараты	Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием	2
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	2
		Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки	2

\*в форме практической подготовки

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
<b>3 семестр</b>			
1.	Введение	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	<b>4,15</b>
2.	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов пищевых технологий	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	4
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	3
		Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы)	3
3.	Гидравлические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	7
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	6
		Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы)	7
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	7
			7
<b>4 семестр</b>			
4.	Механические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	5
		Тест (лекции, учебник)	3
5.	Гидромеханические процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	3
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
		Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы, практические занятия)	3
			2
6.	Тепловые процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	17
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	3
		Курсовой проект	3
7.	Массообменные процессы и аппараты	Курсовой проект	11
		Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	4
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	3
		Курсовой проект	11,1

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. 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.

2. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учебник для студентов вузов (гриф УМО) / А. Н. Остриков [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2020. - 640 с.: ил.

3. 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>

4. 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>

## 6.2 Дополнительная литература

5. Бакин, И. А. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие : / И. А. Бакин, В. Н. Иванец ; Кемеровский государственный университет. – 2-е изд., испр. и доп. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2020. – 235 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600301>

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

7. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст] : учебник (гриф МО) / А. Г. Касаткин. - Стер. изд. - М. : Альянс, 2014. - 752 с.

8. Савельев, Ю. А. Графические вычисления на основе редактора «Компас-3D» : учебное пособие / Ю. А. Савельев ; под редакцией Ю. А. Савельева, Д. Г. Неволина. — Екатеринбург : 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-94614-441-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170418>

9. Фролов, В. Ф. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии: примеры и задачи / В. Ф. Фролов, П. Г. Романков, О. М. Флисюк. – 5-е изд. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 544 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345>

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

1. 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.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/584>

2. 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.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/585>

3. 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>

4. 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>

5. 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.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/715>

6. 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>

7. 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>.

8. 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. : Трицкий мост, 2018. - 360 с.

9. 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>

10. Процессы и аппараты пищевых производств: задания по курсовому проектированию / 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>

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

1. Сайт научной библиотеки ВГУИТ <<http://cnit.vsu.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. Поисковая система «Апорт». <[www.aport.ru/](http://www.aport.ru/)>.
7. Поисковая система «Рамблер». <[www.rambler.ru/](http://www.rambler.ru/)>.
8. Поисковая система «Yahoo» . <[www.yahoo.com/](http://www.yahoo.com/)>.
9. Поисковая система «Яндекс». <[www.yandex.ru/](http://www.yandex.ru/)>.
10. Российская государственная библиотека. <[www.rsl.ru/](http://www.rsl.ru/)>.
11. Российская национальная библиотека. <[www.nlr.ru/](http://www.nlr.ru/)>.

#### **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

### **Порядок изучения курса:**

- Объем трудоемкости дисциплины – 6 зачетных единиц (216 ч.);
- Виды учебной работы и последовательность их выполнения:
- аудиторная: лекции, лабораторные занятия, практические занятия – посещение в соответствии с учебным расписанием;
- самостоятельная работа: изучение теоретического материала для сдачи тестовых заданий, подготовка и защита лабораторных работ, решение задач, кейс-заданий, выполнение, оформление и сдача курсового проекта – выполнение в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости;
- График контроля текущей успеваемости обучающихся – рейтинговая оценка;
- Состав изученного материала для каждой рубежной точки контроля - тестирование, лабораторная работа;
- Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины: рекомендуемая литература, методические разработки, перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;
- Заполнение рейтинговой системы текущего контроля процесса обучения дисциплины – контролируется на сайте [www.vsu.ru](http://www.vsu.ru);
- Допуск к сдаче зачета, экзамена – при выполнении графика контроля текущей успеваемости;
- Прохождение промежуточной аттестации – зачет, экзамен (собеседование и/или тестирование и/или кейс-задания и/или задачи).

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

Используемые виды информационных технологий:

- «электронная»: персональный компьютер и информационно-поисковые (справочно-правовые) системы;
- «компьютерная» технология: персональный компьютер с программными продуктами разного назначения (ОС Windows; MSOffice; Adobe Reader XI; АИБС «МегаПро»; СПС Консультант плюс; КОМПАС-График; Labview – виртуальная среда для снятия характеристик гидравлических машин);
- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet;
- Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>)
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>);
- Сетевая локальная БД Справочная Правовая Система КонсультантПлюс для 50 пользователей, ООО «Консультант-Эксперт» Договор № 200016222100042 от 17.11.2020 (срок действия с 01.01.2021 по 31.12.2021);
- Информационно-справочная система «NormaCS», ИП Голованова Е.Г. Договор № 200016222100038 от 13.10.2020 г., локальная версия, 1 ПК (срок действия с 20.10.2020 по 31.10.2021).

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

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена во внутренней сети по адресу <http://education.vsu.ru>.

Аудитория 201 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проек-	Проектор Epson EH-TW6100 LCD projector
--	--

тирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	
Аудитория 111 Учебная аудитория 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 (для всех направлений и специальностей)	Лабораторные установки: абсорбция углекислого газа водой, гидродинамика зернистого слоя, осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде, осаждение твердых частиц в жидкой среде, кинетика конвективной сушки, гидродинамика колпачковой тарелки, определение констант процесса фильтрования, барабанный вакуум-фильтр, простая перегонка, теплообменник типа "труба в трубе", стенд колонных аппаратов, лабораторные стенды "Изучение процесса фильтрования", "Изучение процесса абсорбции"
Аудитория 115 Учебная аудитория 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 (для всех направлений и специальностей)	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, нормальные испытание центробежного насоса, стенд Бернулли, учебно-наглядные пособия по тематическим разделам. Учебно-лабораторные комплексы: исследование гидродинамики жидкости, исследование параметров работы насосов
Аудитория 117 Учебная аудитория 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 (для всех направлений и специальностей)	Макет вакуум-выпарной установки с выносной греющей камерой, макет массообменного аппарата, стенды: трех-корпусная вакуум-выпарная установка, ректификационная установка непрерывного действия, основные виды фильтровальных материалов, используемые виды насадок в массообменных аппаратах, различные виды контактных устройств массообменных аппаратов
Аудитория 211 Учебная аудитория 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 (для всех направлений и специальностей)	Измеритель температуры 2ТРМО ЩТ У, весы ВСП-0,2/0,1-1, пароварка, экспериментальная установка для исследования радиационно – конвективной сушки плодо-овощного сырья, проектор NECNP 100, экран, ноутбук Acer Aspire 1

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:  
Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.  
Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

## **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 «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование и профилем подготовки Инженерия техники пищевых технологий.

**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 6 зачетных единиц

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
	акад.	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>216</b>	<b>72</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа,</b> <i>в т.ч. аудиторные занятия:</i>	<b>35,1</b>	<b>15,5</b>	<b>19,6</b>
Лекции	8	4	4
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лабораторные работы	16	10	6
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Практические занятия	10	-	4
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Консультации текущие	1,2	0,6	0,6
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	1,6	0,8	0,8
Консультирование и прием курсового проекта	2		2
Проведение консультаций перед экзаменом	2		2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>170,2</b>	<b>52,6</b>	<b>117,6</b>
Контрольные работы	18,4/2	9,2/1	9,2/1
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	16	8	8
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	69,8	25,4	44,4
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	30	10	20
Курсовой проект (выполнение расчетов, чертежа общего вида аппарата ф. А1, оформление, защита)	36		36
<b>Подготовка к зачету/экзамену (контроль)</b>	<b>10,7</b>	<b>3,9</b>	<b>6,8</b>



**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Процессы и аппараты**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-4	пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде	физическую сущность процессов и аппаратов пищевых технологий	описывать процессы и аппараты пищевых технологий	понимать сущности процессов и аппаратов пищевых технологий, готовностью интерпретировать и структурировать эти знания
2	ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	технологические процессы и оборудование для их реализации	проводить технологические процессы на соответствующем оборудовании по заданным методикам с последующей обработкой результатов	навыками проведения технологических процессов на соответствующем оборудовании по заданным методикам, обрабатывать и анализировать полученные результаты
3	ПКв-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	процессы и аппараты пищевых технологий	рассчитывать процессы и аппараты пищевых технологий, используя законы и методы естественных наук и математики	методиками расчета процессов и аппаратов пищевых технологий с использованием законов и методов естественных наук и математики

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение	ОПК-4 ПК-2 ПК-14	<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	251-253	Контроль преподавателем
2	Гидростатика	ОПК-4 ПК-2 ПК-14	<i>Банк тестовых заданий</i>	1,22,51	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	254,270	Собеседование с преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	137-139,176-177,213-214	Защита лабораторных работ
			<i>Задачи</i>	91-92,120-125	Проверка преподавателем
3	Элементы гидродинамики	ОПК-4 ПК-2 ПК-14	<i>Банк тестовых заданий</i>	2,35,45,48-50,52,68,71-72	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	255, 271-273, 286-287	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	140-150,178-187,215-226	Защита лабораторных работ

			<i>Задачи</i>	93-101,106-114,126	Проверка преподавателем
4	Гидравлические процессы	ОПК-4 ПК-2 ПК-14	<i>Банк тестовых заданий</i>	3,17-18,30, 42,46,66-67,73	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	256,274,288-291	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	151-154, 188-191, 227-228	Защита лабораторных работ
			<i>Кейс-задание</i>	78-80,83,88	Проверка преподавателем
			<i>Задачи</i>	115-116, 127-130	Проверка преподавателем
5	Механические процессы	ОПК-4 ПК-2 ПК-14	<i>Банк тестовых заданий</i>	16,29,63-65	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	257,292-293	Контроль преподавателем
6	Гидромеханические процессы и аппараты	ОПК-4 ПК-2 ПК-14	<i>Банк тестовых заданий</i>	4-9,19,23-25,36-38, 43, 53-57, 74-75	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	258-259,275-278, 294	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	155-158,192-195, 229-234	Защита лабораторных работ
			<i>Задачи</i>	102-105,117-119, 131-136	Проверка преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	81-82,84-87, 89-90	Проверка преподавателем
7	Тепловые процессы и аппараты	ОПК-4 ПК-2 ПК-14	<i>Банк тестовых заданий</i>	10,11,26-27,39-41, 44, 58-59,76	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	260-264,279-280, 295-298	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	159-164, 196-198, 235-242	Защита лабораторных работ
			<i>Курсовой проект</i>	305-492	Защита курсового проекта
8	Массообменные процессы и аппараты	ОПК-4 ПК-2 ПК-14	<i>Банк тестовых заданий</i>	12-15,20-21, 28, 31- 34, 47, 60-62, 69- 70, 77	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	265-269, 281-285, 299-304	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	165-175, 199-212, 243-250	Защита лабораторных работ
			<i>Курсовой проект</i>	493-553	Защита курсового проекта

### 3. Оценочные материалы 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 программы

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

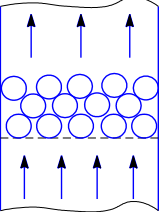
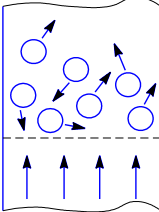
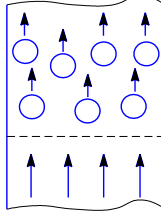
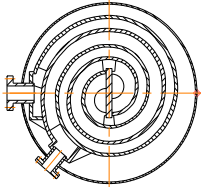
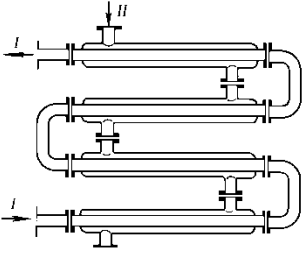
Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

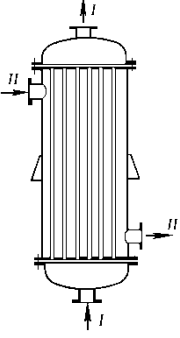
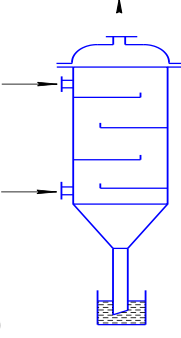
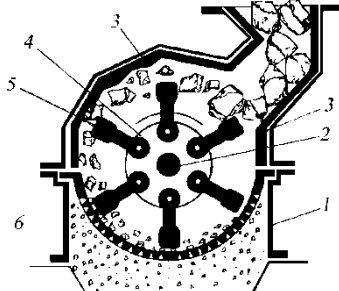
- 8 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 3 контрольных заданий на проверку навыков.

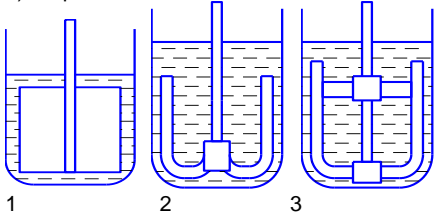
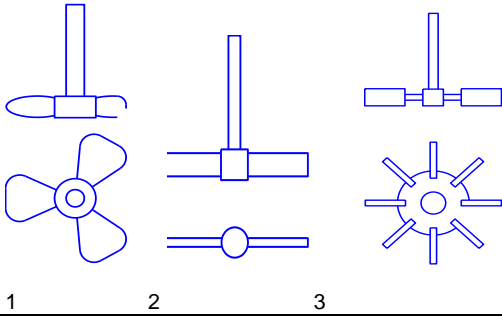
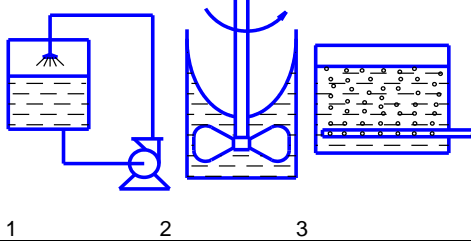
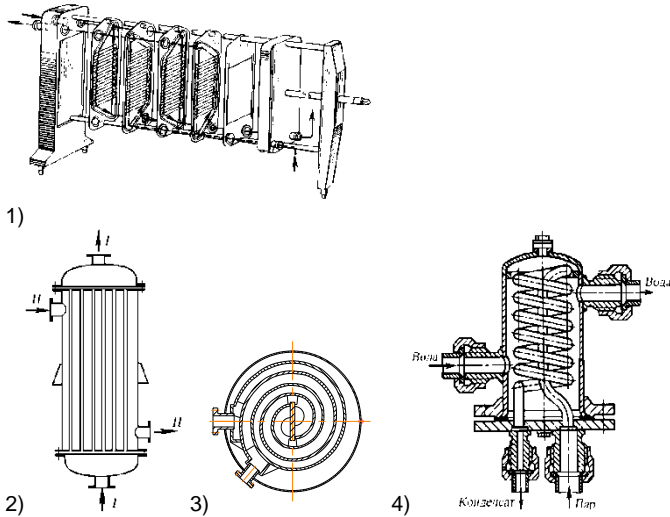
#### 3.1 Тесты (тестовые задания)

**3.1.1 ОПК-4 - пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурирование и оформлять информацию в доступном для других виде**

№ 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	<p>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 <math>\rho = 900 \text{ кг/м}^3</math>. Чему равна мощность на валу насоса?</p> <p>1) 30 кВт 2) 3 кВт 3) 1,77 кВт 4) 1,24 кВт</p>
4	<p>Основной расчетной геометрической характеристикой отстойника является</p> <p>а) высота отстойника; б) длина отстойника; в) площадь поверхности отстойника в плане; г) верный ответ не указан.</p>
5	<p>Псевдооживленный слой</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>а)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>б)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>в)</p> </div> </div>
6	<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>
7	<p>Отстойные центрифуги для разделения эмульсий называются:</p> <p>а) гомогенизаторами б) сепараторами в) классификаторами г) циклонами.</p>
8	<p>Фильтры непрерывного действия</p> <p>а) барабанный вакуум-фильтр, б) дисковый вакуум-фильтр, в) нутч-фильтр, г) рамный фильтр-пресс.</p>
9	<p>Какие из фильтров являются фильтрами периодического действия:</p> <p>а) рамный фильтр-пресс; б) барабанный вакуум-фильтр; в) нутч-фильтр; г) ленточный вакуум-фильтр</p>
10	<p>Какой из аппаратов является кожухотрубчатый теплообменником?</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 20px;">  <p>1)</p> </div> <div>  <p>2)</p> </div> </div>

	<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>
11	<p>Вторичный пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд, называется:</p> <p>а) греющим паром;  б) экстра-паром;  в) глухим паром</p>
12	<p>Исходная смесь при ректификации подается в</p> <p>а) нижнюю часть колонны;  б) среднюю часть колонны;  в) верхнюю часть колонны</p>
13	<p>Состав пара, удаляющегося из ректификационной колонны в дефлегматор, равен составу</p> <p>а) кубового остатка;  б) исходной смеси;  в) дистиллята.</p>
14	<p>Сушка при непосредственном соприкосновении высушиваемого материала с сушильным агентом называется:</p> <p>а) конвективной;  б) сублимационной;  в) радиационной</p>
15	<p>Осуществляется ли процесс кристаллизации из пересыщенных растворов?</p> <p>а) да;  б) нет.</p>
16	<p>Укажите правильное название измельчающей машины, представленной на рисунке.</p> <p>а) молотковая дробилка;  б) дисмембратор;  в) протирочная машина;  г) ножевая дробилка;  д) гомогенизатор.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
17	<p>Динамические насосы</p> <p>1) центробежные;  2) осевые;  3) вихревые;  4) струйные;  5) поршневые</p>
18	<p>Объемные насосы</p> <p>1) поршневые;  2) шестеренные;  3) винтовые;  4) центробежные.</p>
19	<p>Неоднородными системами являются:</p> <p>а) суспензия  б) пыль  в) газовая смесь  г) раствор</p>
20	<p>Основными характеристиками насадки являются:</p> <p>а) размеры элемента;  б) удельная поверхность;  в) гидравлическое сопротивление;  г) свободный объем.</p>
21	<p>Конвективный процесс сушки можно осуществлять в следующих сушилках:</p> <p>1) ленточная;  2) вальцовая;  3) камерная;  4) туннельная</p>
<b>В (на соответствие)</b>	

22	<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>
23	<p>Установить соответствие между рисунком и типом мешалки</p> <p>а) рамная;          б) листовая;          в) якорная;</p>  <p>1                      2                      3</p>
24	<p>Установить соответствие между картинкой и типом мешалки</p> <p>а) лопастная;          б) пропеллерная;          в) турбинная.</p>  <p>1                      2                      3</p>
25	<p>Установить соответствие между картинкой и способом перемешивания</p> <p>а) циркуляционный;          б) пневматический;          в) механический.</p>  <p>1                      2                      3</p>
26	<p>На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между картинкой и названием.</p>  <p>1)                      2)                      3)                      4)</p> <p>а) змеевиковый;          б) спиральный;          в) кожухотрубчатый;          г) пластинчатый</p>
27	<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>
28	<p>Какая из данных сушилок является:</p> <p>а) ленточной; б) распылительной; в) камерной; г) сушильным шкафом; д) вальцовой, е) сушилкой с псевдооживленным слоем</p> <p>1                      2                      3                      4</p> <p>5                      6</p>
29	<p>Приведите в соответствие название и схемы способов измельчения продуктов.</p> <p>1)                      2)                      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>	
30	Пересечение напорной характеристики насоса и напорной характеристики сети – это _____ точка
31	Ректификация – это процесс _____ частичного испарения жидкости с последующей конденсацией образующихся паров
32	Жидкость, возвращаемая в ректификационную колонну для орошения и взаимодействия с поднимающимся паром, - это _____
33	Уменьшение влажности материала за бесконечно малый промежуток времени - это _____ сушки
34	Процесс выделения твердого вещества из его пересыщенного раствора или расплава – это _____

**3.1.2 ПК-2- умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов**

№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
35	Укажите правильный вид пьезометрической линии для конфигурации трубопровода, изображенного на рисунке

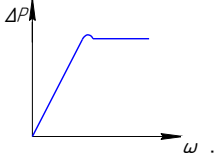
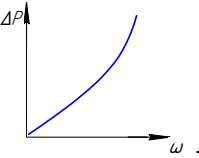
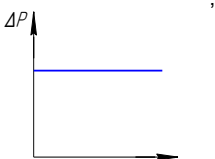
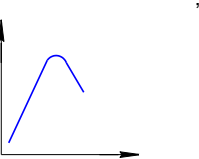
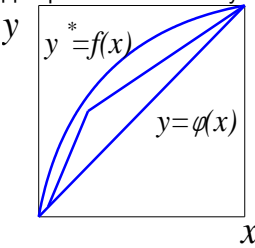
36	<p>Каким образом можно увеличить производительность проектируемого отстойника</p> <p>а) увеличивая площадь отстойника в плане;  б) увеличивая объем отстойника;  в) увеличивая высоту отстойника;  г) увеличивая скорость осаждения частиц и площадь отстойника в плане</p>
37	<p>Начало псевдооживления наступает при</p> <p>а) равенстве силы гидравлического сопротивления слоя весу всех его частиц;  б) условию, что вес отдельной частицы уравновешивается силой сопротивления, возникающей при обтекании частицы потоком;  в) условию, что вес всех частиц больше гидравлического сопротивления слоя;  г) условию, что вес всех частиц меньше гидравлического сопротивления слоя</p>
38	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <p>а) площадь;  б) толщина;  в) задерживающая способность;  г) внешний вид</p>
39	<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 кипяточной трубки;  в) греющего пара и кипящего раствора</p>
40	<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>
41	<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>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
42	<p>Насос для работы на сеть подбирают по</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) заданной подаче;</li> <li>2) требуемому напору;</li> <li>3) полезной мощности;</li> <li>4) максимальному КПД.</li> </ol>
43	<p>При переходе зернистого слоя в псевдооживленное состояние увеличивается</p> <p>а) порозность;  б) высота слоя;  в) гидравлическое сопротивление</p>
44	<p>Компенсация температурных удлинений предусмотрена в теплообменниках</p>



<b>В (на соответствие)</b>	
45	<p>Как изменятся скорость и давление в сечении II-II, если диаметр трубы увеличится?</p> <p>А) скорость 1) уменьшится Б) давление 2) увеличится</p>
46	<p>Законы пропорциональности для центробежного насоса</p> <p>1) <math>Q \sim</math> а. <math>n^1</math> 2) <math>H \sim</math> б. <math>n^2</math> 3) <math>N \sim</math> в. <math>n^3</math></p>
<b>Д (открытого типа)</b>	
47	В первый период сушки удаляется _____ влага

**3.1.3 ПКв-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики**

№ задания	Тестовое задание
<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 сил.</p>
49	<p>Особенностью ньютоновских жидкостей является то, что для них</p> <p>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.</p>
50	<p>Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как</p> <p>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</p>
51	<p>Чему равно абсолютное давление в озере на глубине 5 м?</p> <p>1) 5 ат 2) 50 ат 3) 1,5 ат 4) 0,5 ат</p>
52	<p>Какой закон механики выражает уравнение Бернулли?</p> <p>1) Закон сохранения количества движения 2) Второй закон Ньютона 3) Закон сохранения энергии 4) Закон сохранения материи</p>
53	<p>Соотношение между критерием Рейнольдса и Архимеда при ламинарном режиме осаждения:</p> <p>а) <math>Re = \frac{Ar}{18}</math> ; б) <math>Re = 0,152Ar^{0,75}</math> ; в) <math>Re = 1,74\sqrt{Ar}</math> ; г) верный ответ не указан.</p>
54	<p>Отстаивание есть процесс разделения под действием силы</p> <p>а) инерции; б) тяжести;</p>

	<p>в) центробежной; г) электрического поля</p>
55	<p>Правильная запись основного дифференциального уравнения фильтрования, если <math>\Delta P</math> – разность давлений, <math>R_{oc}, R_{\phi}</math> – сопротивления осадка и фильтровальной перегородки, <math>V</math> – объем фильтрата, <math>S</math> – площадь поверхности фильтрования, <math>\tau</math> – продолжительности фильтрования.</p> <p>а) <math>\Delta P = \mu(R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau}</math>;    б) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} - R_{\phi})}</math>;</p> <p><math>\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}</math>;    г) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}</math>.</p> <p>в)</p>
56	<p>В аппарате на решетке находится слой зернистого материала. Как изменится перепад давлений <math>\Delta P</math> на слое, если скорость газа <math>w</math> через слой непрерывно увеличивать, начиная от <math>w=0</math>.</p> <p>а)  ;</p> <p>б)  ;</p> <p>в)  ;</p> <p>г)  .</p>
57	<p>Скорость фильтрования при постоянном перепаде давления, с увеличением слоя осадка</p> <p>а) остается постоянной; б) с течением времени увеличивается; в) с течением времени уменьшается; г) в начале остается постоянной, потом уменьшается</p>
58	<p>Передача теплоты от стенки к жидкости (газу) или в обратном направлении называется процессом</p> <p>а) теплоотдачи; б) теплопередачи; в) теплопроводности</p>
59	<p>Выпаривание под разрежением</p> <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?</p> <p>а) Увеличится. б) Уменьшится. в) Не изменится</p>
61	<p>Диаграмма соответствует процессу</p> <p></p> <p>а) абсорбция; б) ректификация; в) перегонка</p>
62	<p>Процесс выделения твердого вещества из его пересыщенного раствора или расплава называется</p> <p>а) кристаллизацией; б) адсорбцией; в) экстрагированием.</p>
63	<p>Какие напряжения преобладают при раскалывании продуктов?</p> <p>а) изгибающие; б) сжатия; в) сдвига</p>
64	<p>Какие напряжения возникают в процессе резания?</p> <p>а) изгибающие; б) сжатия; в) сдвига</p>
65	<p>Какие напряжения возникают в процессе раздавливания продукта?</p> <p>а) изгибающие; б) сжатия; в) сдвига</p>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
66	Основными параметрами работы насосов являются

	1) напор; а. $H$ 2) подача; б. $Q$ 3) мощность; в. $N$ 4) КПД; г. $\eta$ 5) число оборотов д. $n$
67	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.
<b>В (на соответствие)</b>	
68	В круглой трубе происходит движение жидкости при $Re = 500$ . Можно ли применить формулу: $h_f = \frac{64 l v^2}{Re d 2 g}$ для расчета потери напора на трение в трубе, если число Рейнольдса увеличится: а) в 2 раза 1) можно б) в 5 раз 2) нельзя
69	На диаграмме $y-x$ изображены три линии, характеризующие процесс абсорбции: рабочая, равновесная и кинетическая. Установите соответствие между названием и номером линии.
70	Установите соответствие между диаграммами и их названиями. соответствует а) Диаграмма процесса абсорбции при прямоточной схеме. б) Диаграмма процесса абсорбции при противоточной схеме.
<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

**3.2.1 ОПК-4 - пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурирование и оформлять информацию в доступном для других виде**

Номер вопроса	Текст задания
78	<b>Ситуация.</b> Вода поступает в насос по всасывающей трубе, работающей под вакуумом. Минимальное абсолютное давление перед входом в насос $p = 14$ кПа. Температура перекачиваемой воды поднялась до $30^\circ\text{C}$ . <b>Задание.</b> Определить, будет ли наблюдаться в этом случае явление кипения?
79	<b>Ситуация.</b> После очистки всасывающей линии ( $l = 10$ м, $d = 200$ мм) насосной установки (к.п.д. $\eta_{\text{нас}} = 0,65$ ) коэффициент местного сопротивления фильтра $\zeta_f$ уменьшился с 40 до 10, а эквивалентная шероховатость труб с 1 до 0,1 мм. Подача насоса $Q = 0,07$ м <sup>3</sup> /с. Температура воды $20^\circ\text{C}$ . <b>Задание.</b> Определить годовую экономию электроэнергии от этой операции.
80	<b>Ситуация.</b> Центробежный насос с производительностью $50$ м <sup>3</sup> /час перекачивает воду по трубопроводу $159 \times 4,5$ мм. <b>Задание.</b> Обоснуйте или опровергните целесообразность использования этого насоса при работе на данный трубопровод.
81	<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
82	<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

**3.2.2 ПК-2- умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов**

Номер вопроса	Текст задания
83	<b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Насос подает сырье в количестве $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ , создавая напор 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$ . <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности насоса
84	<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
85	<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
86	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на кондитерской фабрике в кондитерском цехе. Процесс перемешивания вязкопластичных кондитерских масс имеет низкую интенсивность. <b>Задание.</b> Повысить интенсивность перемешивания вязкопластичных кондитерских масс.
87	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на кондитерской фабрике в кондитерском цехе. Процесс перемешивания вязкопластичных кондитерских масс имеет низкую эффективность. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия по повышению эффективности процесса.

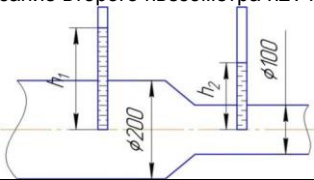
**3.2.3 ПК-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики**

**Задание: Дать развернутые ответы на следующие задания**

Номер вопроса	Текст задания
88	<b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, обнаружили перерасход электроэнергии. Самым энергоемким является насос, который подает $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ воды на высоту 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$ . <b>Задание.</b> Определить мощность, потребляемую насосом
89	<b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо увеличить скорость осаждения в отстойниках. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению скорости осаждения
90	<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?

**3.3 Задачи**

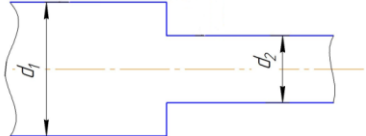
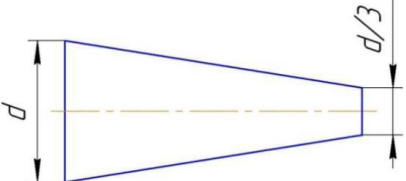
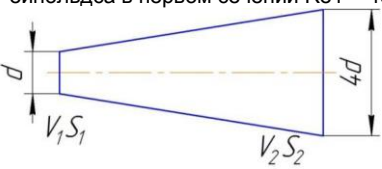
**3.3.1 ОПК-4 - пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде**

Номер вопроса	Текст задания
91	В цилиндрический сосуд диаметром $d = 1,2 \text{ м}$ , открытый сверху, налита вода. При вращении сосуда с постоянной угловой скоростью (число оборотов $n = 60 \text{ мин}^{-1}$ ) жидкость у стенок поднимается на высоту $H = 2 \text{ м}$ . Определить манометрическое давление воды на дно сосуда в центре сосуда. На каком расстоянии $Z_0$ от дна сосуда будет находиться наиболее пониженная точка свободной поверхности.
92	Цилиндрический сосуд диаметром $d = 0,8 \text{ м}$ , наполненный водой, вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью. Определить угловую скорость вращения и число оборотов, чтобы превышение уровня жидкости у стенки над нижней точкой свободной поверхности не превышало $0,9 \text{ м}$ .
93	Изменится ли режим течения воды в трубе $d = 0,021 \text{ м}$ при расходе $Q = 2 \text{ л/с}$ и температуре $t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ , если её температура увеличится до $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Каким будет режим в первом и во втором случаях?
94	Определить режим течения в трубе прямоугольного сечения со сторонами $a = 0,08 \text{ м}$ , $b = 0,05 \text{ м}$ , если расход воздуха равен $Q = 20 \text{ л/с}$ . Температура воздуха $t = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ .
95	Определить режим течения воды в трубе диаметром $d = 0,08 \text{ м}$ при расходе $0,7 \text{ л/с}$ . Температура воды $t = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ .
96	Определить критическую скорость при движении воды и воздуха в трубе диаметром $d = 10\text{-}2 \text{ м}$ при $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .
97	По трубопроводу подается вода с расходом $170 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Показание пьезометра $h_1 = 40 \text{ мм}$ водного столба, каково показание второго пьезометра $h_2$ ? Местными потерями пренебречь.
	
98	Определить потери по длине на участке диаметром $d = 0,1 \text{ м}$ и длиной $l = 5 \text{ м}$ при расходе воды $Q = 93,6 \text{ м}^3/\text{с}$ . Температура воды $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , эквивалентная шероховатость трубы $k_{\text{экв}} = 0,2 \text{ мм}$ .
99	Используя уравнение Бернулли, определить коэффициент сопротивления расширения ( $d_1 = 30 \text{ мм}$ , $d_2 = 65 \text{ мм}$ ), если показания пьезометров $h_1 = 1,33 \text{ м}$ , $h_2 = 1,34 \text{ м}$ , а расход воды $Q = 0,6 \text{ л/с}$ .

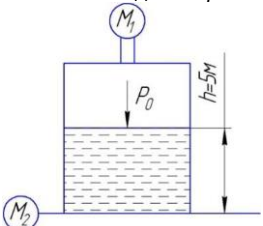
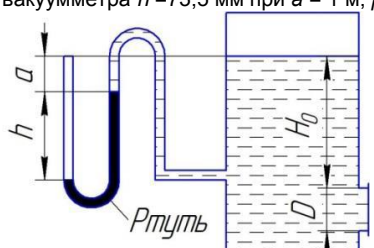
100	Определить критерий Re во втором сечении, если диаметр трубы увеличится в 3 раза. Критерий $Re_1 = 6000$ , плотность жидкости $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ , кинематический коэффициент вязкости $\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .
101	Определить режим движения жидкости в межтрубном пространстве при $D = 50 \text{ мм}$ , $d = 20 \text{ мм}$ . Массовый расход жидкости $3600 \text{ кг/ч}$ , плотность жидкости – $1000 \text{ кг/м}^3$ , динамический коэффициент вязкости $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ .
102	Определить скорость ламинарного осаждения одиночных твердых частиц диаметром $35 \cdot 10^{-6} \text{ мм}$ плотностью $\rho_{\text{тв}} = 1600 \text{ кг/м}^3$ в воде с температурой $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (плотность воды $\rho = 998 \text{ кг/м}^3$ , динамическая вязкость $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ).
103	Определить скорость осаждения одиночной твердой частицы диаметром $8,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ и плотностью $\rho_{\text{тв}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ в воде с температурой $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (плотность воды $\rho = 996 \text{ кг/м}^3$ , динамическая вязкость $\mu = 804 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ).
104	Определить скорость осаждения в воде при температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (плотность воды $\rho = 996 \text{ кг/м}^3$ , динамическая вязкость $\mu = 804 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ) продолговатых частиц плотностью $\rho_{\text{тв}} = 1400 \text{ кг/м}^3$ и пластинчатых частиц $\rho_{\text{тв}} = 2200 \text{ кг/м}^3$ имеющих эквивалентный диаметр $2 \text{ мм}$ .
105	Определить константы процесса фильтрации $K$ и $C$ , если при предварительном испытании фильтра с $1 \text{ м}^2$ было собрано фильтрата: $1 \text{ дм}^3$ через $2,25 \text{ мин}$ и $3 \text{ дм}^3$ через $14,5 \text{ мин}$ после начала процесса фильтрации.

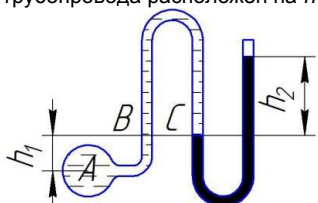
**3.3.2 ПК-2- умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов**

Номер вопроса	Текст задания
106	Построить принципиально возможные напорную и пьезометрическую линии для следующих схем трубопроводов. 
107	Определить потери по длине на участке длиной $l = 150 \text{ м}$ при расходе воды $Q = 2 \text{ л/с}$ . Диаметр трубы $d = 0,1 \text{ м}$ , температура воды $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , эквивалентная шероховатость трубы $k_{\text{экв}} = 0,2 \text{ мм}$ .
108	Используя уравнение Бернулли, определить коэффициент сопротивления сужения ( $d_1 = 70 \text{ мм}$ , $d_2 = 30 \text{ мм}$ ), если показания пьезометров $h_1 = 1,48 \text{ м}$ , $h_2 = 1,35 \text{ м}$ , а расход воды $Q = 0,6 \text{ л/с}$ . 
109	Изменится ли режим движения, если диаметр трубопровода уменьшится в 3 раза $d_1 = 3d_2$ Критерий Рейнольдса в

	<p>первом сечении <math>Re_1 = 1000</math>.</p> 
110	<p>Как изменится расход, скорость и режим движения, если диаметр трубопровода уменьшится в 3 раза. Критерий Рейнольдса в начале трубопровода <math>Re_1 = 3000</math>.</p> 
111	<p>Изменится ли режим движения, если диаметр трубы увеличится в 4 раза? Как изменится расход жидкости? Критерий Рейнольдса в первом сечении <math>Re_1 = 4000</math>.</p> 
112	<p>В трех трубах одинакового диаметра <math>d = 100</math> мм протекает одна и та же жидкость имеющая <math>\nu = 1,01 \cdot 10^{-6}</math> м<sup>2</sup>/с. Скорости различны и равны: в трубе № 1 <math>u = 0,2</math> м/с; в трубе № 2 <math>u = 0,05</math> м/с; в трубе № 3 <math>u = 1,3</math> м/мин. Какой режим движения в каждой трубе?</p>
113	<p>Вычислить в общей форме эквивалентный диаметр при заполненном сечении для кольцевого, квадратного, прямоугольного сечения и равностороннего треугольника.</p>
114	<p>В трубе скорость жидкости равна <math>u = 0,2</math> м/с, диаметр трубы 20 мм. Кинематическая вязкость 10-6 м<sup>2</sup>/с. Изменится ли режим движения в трубе, если расход увеличится в 5 раз?</p>
115	<p>Насос, перекачивающий жидкость плотностью <math>\rho = 1,1</math> г/см<sup>3</sup>, имеет производительность <math>Q = 22</math> дм<sup>3</sup>/с. Избыточное давление по манометру на нагнетательном патрубке насоса <math>p = 4</math> атм, показания вакуумметра на всасывающем патрубке <math>p_v = 400</math> мм рт. ст. Разница высот подключения манометра и вакуумметра <math>h = 400</math> мм. Мощность на валу электродвигателя <math>N = 13</math> кВт. Определить напор и КПД насоса.</p>
116	<p>Вентилятор развивает давление <math>P_{\text{тах}}</math> не более 70 Па. Сопротивление заборного трубопровода постоянного сечения возрастает на 7 Па на каждый метр. Во входе в вентилятор возникает разрежение <math>P_{\text{вх}} = -32</math> Па, на выходе из вентилятора – избыточное давление <math>P_{\text{вых}} = 24</math> Па. Скорость воздуха в трубопроводе оказалась равной <math>u = 3</math> м/с. Плотность воздуха <math>\rho = 1,2</math> кг/м<sup>3</sup>. Определить, на какую максимальную длину может быть увеличен нагнетательный трубопровод.</p>
117	<p>Найти верхний предел (т. е. наибольший диаметр частиц) применимости формулы Стокса к частицам крахмала плотностью 2160 кг/м<sup>3</sup>, осаждающихся в воде при температуре 20 оС.</p>
118	<p>По технологическим условиям при фильтровании суспензии необходимо получить 2 м<sup>3</sup> фильтрата за 1 час. Опытное фильтрование этой суспензии в условиях, соответствующих производственным, показало, что константы фильтрования имеют следующие значения: <math>K = 20,7 \cdot 10^{-4}</math> м<sup>2</sup>/ч, <math>C = 1,45 \cdot 10^{-3}</math> м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>. Определить необходимую площадь поверхности фильтра.</p>
119	<p>Определить диаметр частиц плотностью <math>\rho_{\text{тв}} = 7500</math> кг/м<sup>3</sup>, осаждающихся со скоростью 0,25 м/с в воде при температуре 15 оС (плотность воды <math>\rho = 999</math> кг/м<sup>3</sup>, динамическая вязкость <math>\mu = 1155 \cdot 10^{-6}</math> Па·с).</p>

### 3.3.3 ПКв-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

Номер вопроса	Текст задания
120	<p>Определить показания манометров <math>M_1</math> и <math>M_2</math>, если давление над уровнем жидкости <math>P_0 = 1,2</math> атм, уровень жидкости <math>h = 5</math> м, плотность жидкости <math>\rho = 1000</math> кг/м<sup>3</sup>.</p> 
121	<p>Определить абсолютное и избыточное давления воды на линии центра тяжести люка <math>D = 1</math> м, если показания ртутного вакуумметра <math>h = 73,5</math> мм при <math>a = 1</math> м; <math>\rho_{\text{рт}} = 13600</math> кг/м<sup>3</sup>; <math>H_0 = 1,5</math> м.</p> 

122	<p>Определить манометрическое давление в трубопроводе А, если высота столба ртути по пьезометру <math>h_2 = 0,25</math> м. Центр трубопровода расположен на <math>h_1 = 0,4</math> м ниже линии раздела между водой и ртутью. Плотность ртути <math>\rho = 13600</math> кг/м<sup>3</sup>.</p> 
123	Избыточное давление на свободной поверхности в герметически закрытом сосуде с жидкостью плотностью $\rho = 0,8$ г/см <sup>3</sup> равно 1,6 атм. Плоскость сравнения расположена ниже свободной поверхности на 14 м. Определить абсолютное давление на плоскость.
124	Определить объем и массу потока, плотностью $\rho = 1400$ кг/м <sup>3</sup> в емкости, если показание манометра, установленного у дна, равно 0,2 МПа. Диаметр емкости $D = 1,2$ м.
125	В открытом резервуаре находится жидкость с плотностью 1200 кг/м <sup>3</sup> . Манометр, присоединенный в некоторой точке к стенке резервуара, показывает давление $p = 0,3$ атм. На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре?
126	Определить режим движения жидкости в кольцевом трубопроводе. Наружный диаметр трубы 49×4,5 мм, диаметр внутренней трубы 25×2 мм. Массовый расход жидкости 3730 кг/ч ( $\rho = 1150$ кг/м <sup>3</sup> , $\mu = 1,2 \cdot 10^{-3}$ Па·с).
127	Подача центробежного насоса $Q_1 = 50$ м <sup>3</sup> /ч, его напор $H_1 = 48$ м. Число оборотов вала насоса $n_1 = 2900$ мин <sup>-1</sup> , потребляемая насосом мощность $N_1 = 12$ кВт. Как изменятся подача $Q$ и напор $H$ , а также мощность насоса, если установить к нему двигатель с числом оборотов 1450 мин <sup>-1</sup> .
128	Центробежный вентилятор подает воздух из атмосферы в аппарат с атмосферным давлением по трубопроводу постоянного сечения $d = 500$ мм в количестве $Q = 2000$ м <sup>3</sup> /ч, потребляя при этом $N = 1,1$ кВт, а скорость вращения его вала $n = 1000$ мин <sup>-1</sup> . Падение давления во всасывающем трубопроводе составляет $P_{\text{пот.вс}} = 60$ Па, а в нагнетательном – $P_{\text{пот.н}} = 80$ Па. При расчетах плотность воздуха принять равной 1,2 кг/м <sup>3</sup> . Рассчитать создаваемое вентилятором давление, а также вычислить, как изменится производительность вентилятора, если увеличить скорость вращения вала до $n = 1200$ мин <sup>-1</sup> и как при этом изменится мощность.
129	Насос подаёт воду в количестве 80 м <sup>3</sup> /ч при температуре 40 °С на высоту 20 м из колодца в резервуар с избыточным давлением 0,5 атм. Суммарные потери напора в сети составляют 7 м. Составить уравнение характеристики сети.
130	Центробежный вентилятор откачивает воздух из аппарата с атмосферным давлением по трубопроводу диаметром $d_в = 200$ мм и сбрасывает его в атмосферу по трубопроводу диаметром $d_н = 240$ мм. Вакуумметр на входе в вентилятор показывает разрежение $P_{\text{вак}} = 200$ Па, а манометр на выходе вентилятора показывает избыточное давление $P_{\text{ман}} = 320$ Па. Расходомер откачиваемого воздуха показывает значение $Q = 500$ м <sup>3</sup> /ч. Потребляемая вентилятором мощность $N = 0,08$ кВт, а скорость вращения его вала $n = 1000$ мин <sup>-1</sup> . При расчетах плотность воздуха равна $\rho = 1,2$ кг/м <sup>3</sup> . Рассчитать КПД вентилятора и создаваемое им давление.
131	В аппарате диаметром $D = 1,2$ м установлена нормализованная пропеллерная мешалка, вращающаяся с частотой $n = 3,5$ с <sup>-1</sup> и перемешивающая суспензию с плотностью $\rho = 1600$ кг/м <sup>3</sup> и динамической вязкостью $\mu = 2 \cdot 10^{-2}$ Па·с. Определить режим перемешивания.
132	Для получения разбавленного раствора соль интенсивно размешивается с водой при 64 °С посредством лопастной мешалки. Какова частота вращения мешалки, если диаметр ее 0,5 м, а мощность, потребляемая электродвигателем, 0,8 кВт. Физические характеристики для разбавленного солевого раствора принять такими же, как для воды
133	Какова должна быть длина отстойника для очистки воды после мойки сахарной свеклы, чтобы твердые частицы размером $d = 20 \cdot 10^{-6}$ м и плотностью $\rho_t = 1800$ кг/м <sup>3</sup> успели опуститься на дно через осветленный слой высотой $h = 0,02$ м? Температура воды 20 °С, скорость движения потока $u = 1,5$ м/с, режим осаждения ламинарный.
134	200 кг суспензии с концентрацией $c_n = 0,3$ % мас. подвергают отстаиванию. В результате отстаивания получено 120 кг осветленной жидкости с концентрацией $c_{\text{ос}} = 0,05$ % мас. Определить массу осадка $G_{\text{ос}}$ и содержание в нем твердой фазы $c_t$ , % мас
135	Определить порозность осадка, если масса твердых частиц плотностью $\rho_{\text{тв}} = 2700$ кг/м <sup>3</sup> в осадке $G_{\text{тв}} = 5 \cdot 10^{-3}$ кг, а масса воды в осадке $G_{\text{в}} = 3 \cdot 10^{-3}$ кг, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м <sup>3</sup>
136	На заводском складе имеется фильтр с площадью поверхности фильтрования $S = 82$ м <sup>2</sup> . По технологическим условиям необходимо получить 6 м <sup>3</sup> фильтрата за 3 часа. Достаточно ли поверхность имеющегося фильтра, если опытное фильтрование суспензии на лабораторном фильтре при том же давлении и той же толщине слоя осадка показало, что константы процесса фильтрования имеют следующие значения: $K = 19,8 \cdot 10^{-4}$ м <sup>2</sup> /ч, $C = 1,39 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> .

### 3.4 Собеседование (вопросы к лабораторным работам)

**3.4.1 ОПК-4 - пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде**

Номер вопроса	Текст задания
137	Что такое относительное равновесие (покой) жидкости? Примеры такого равновесия, встречающиеся в природе и использующиеся в технике.
138	Что такое гидростатический напор?
139	Что такое избыточное и абсолютное давление?
140	Что такое ламинарный режим движения? Его особенности.
141	Что такое турбулентный режим движения? Его особенности.
142	Что такое число Рейнольдса и его физический смысл?
143	Что такое критическое число Рейнольдса?
144	Что такое местные сопротивления? Коэффициент местного гидравлического сопротивления. Формула Вейсбаха.
145	Каковы причины возникновения местных потерь энергии?
146	Чем обусловлены потери энергии при резком сужении потока?
147	Какие факторы определяют величину потерь энергии при резком повороте потока, при плавном повороте?
148	По какой формуле рассчитываются местные потери энергии?
149	Как определяются коэффициенты $\xi$ для различных местных сопротивлений?
150	Меняется ли $\xi$ в зависимости от режима движения жидкости?

151	Каково устройство и принцип действия лопастных насосов?
152	Каковы основные параметры (производительность, напор, мощность и КПД насоса)?
153	Основное уравнение центробежных машин (уравнение Эйлера).
154	Рабочие характеристики лопастных насосов.
155	Определение скорости осаждения расчетным путем
156	Критерии гидродинамического подобия, их физический смысл
157	Вывод критериев гидромеханического подобия
158	Экспериментальное определение порозности осадка
159	Схемы движения теплоносителей. Определение среднего температурного напора
160	Расчет коэффициента теплопередачи
161	Способы передачи теплоты, расчетные уравнения
162	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах
163	Схема установки «Испытания оросительного теплообменника», порядок проведения эксперимента
164	Основное уравнение теплопередачи. Анализ уравнения
165	Расчет количества получаемого остатка путем графического интегрирования
166	Сопrotивление орошаемых тарелок
167	Экспериментальное определение сопротивлений сухой и орошаемой тарелок
168	Схема лабораторной установки «Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием», порядок проведения эксперимента
169	Характер барботажа при изменении расхода газа через тарелку
170	Гидродинамические режимы работы тарелок
171	Определение продолжительности процесса сушки, вывод расчетных уравнений
172	Кривая сушки, ее построение
173	Построение кривой скорости сушки, сущность метода графического дифференцирования
174	Формы связи влаги с материалом. Характер удаления влаги из материала
175	Расчет количества дистиллята и содержания в нем НК

**3.4.2 ПК-2- умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов**

Номер вопроса	Текст задания
176	Геометрическая и энергетическая интерпретация основного уравнения гидростатики.
177	При каком условии жидкость в сосуде находится в состоянии относительного равновесия?
178	Закон Стокса. Эйлера распределения скорости жидкости в круглой трубе при ламинарном режиме движения.
179	Эйлера распределения скорости жидкости в круглой трубе при турбулентном режиме движения.
180	В чем причины разрушения ламинарного режима?
181	Каково уравнение Бернулли для установившегося потока несжимаемой жидкости?
182	В чем геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли?
183	Что показывает пьезометрическая линия и линия полной удельной энергии?
184	Уравнение неразрывности для потока.
185	Построение пьезометрической и напорной линий, графическое определение потери напора.
186	Как в данной работе определяется расход?
187	Как определить потери напора на трение?
188	Сравнительная оценка лопастных насосов. Подобие насосов. Закон пропорциональности.
189	Как определить напор действующего насоса?
190	Как регулировать производительность насос?
191	Как зависит режим работы вентилятора от числа оборотов?
192	Формула производительности отстойников. Расчет отстойников
193	Факторы, влияющие на скорость осаждения. Методы интенсификации процесса осаждения
194	Константы процесса фильтрации, их физический смысл и практическое значение
195	Основные параметры, характеризующие структуру несжимаемых осадков
196	Определение значений опытного коэффициента теплопередачи
197	Связь коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Методы увеличения коэффициента теплопередачи
198	Методы интенсификации процесса теплопередачи
199	Измерение расхода воздуха в колонне
200	Интенсификация процесса абсорбции
201	Отличительная особенность сушки от других способов обезвоживания
202	Характеристика двух периодов сушки, критическая влажность материала
203	Измерение концентрации НК в водно-спиртовых смесях. Способы выражения состава фаз
204	Классификация и принцип действия абсорбционных аппаратов. Устройство абсорберов
205	Направление массопередачи
206	Константа скорости сушки и ее физический смысл
207	Схема лабораторной установки «Изучение процесса конвективной сушки», порядок проведения эксперимента
208	Устройство сушилок
209	Дифференциальное уравнение материального баланса простой перегонки (вывод)
210	Расчет количества получаемого остатка путем графического интегрирования
211	Принципиальная схема периодической простой перегонки, сущность процесса. Фракционная перегонка
212	Схема лабораторной установки «Экспериментальная проверка уравнения процесса простой перегонки», порядок проведения эксперимента

**3.4.3 ПКв-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики**



Номер вопроса	Текст задания
213	Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Физический смысл слагаемых, входящих в уравнения Эйлера для поля сил земного тяготения.
214	Силы, действующие на жидкость при равномерном вращении ее вокруг вертикальной оси в цилиндрическом сосуде.
215	Число Рейнольдса для цилиндрических труб и для потоков с некруглым сечением
216	Значение режима движения для расчета трубопроводов.
217	Гидравлически гладкие трубы, область влияния вязкости и шероховатости, гидравлически шероховатые трубы.
218	В чем зависимость коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдса при ламинарном и турбулентном режимах?
219	Как определить потери напора на трение?
220	Что такое пограничный слой и от чего зависит его толщина?
221	Что такое относительная шероховатость, эквивалентная шероховатость?
222	Какие поверхности считаются гидравлически гладкими?
223	Чем можно объяснить то, что при турбулентном движении в квадратичной области потери напора по длине пропорциональны 2-й степени скорости?
224	Какие области зависимости характерны для турбулентного движения?
225	От каких факторов зависит $\lambda$ в различных зонах?
226	Каково уравнение Бернулли и его применение к расчету потерь напора в трубопроводе?
227	Каковы рабочие характеристики вентиляторов? Рабочая точка.
228	Как рассчитываются мощность двигателя и КПД вентиляторной установки?
229	Конструкции отстойников
230	Дифференциальное уравнение процесса фильтрации при постоянном перепаде давления и его решение
231	Движущая сила фильтрации
232	Типы фильтровальных перегородок и требования, предъявляемые к материалам фильтрованных перегородок
233	Конструкции фильтров периодического и непрерывного действия
234	Схема лабораторной установки «Определение констант процесса фильтрации», порядок проведения эксперимента
235	Теплопередача. Механизм процесса и основное уравнение теплопередачи
236	Уравнение теплового баланса теплообменника
237	Тепловая нагрузка аппарата. Определение тепловой нагрузки аппарата
238	Механизм процесса теплопередачи
239	Схема лабораторной установки «Изучение процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе», порядок проведения эксперимента
240	Классификация теплообменных аппаратов. Конструкция кожухотрубчатого теплообменника
241	Конструкция теплообменника типа «труба в трубе»
242	Классификация теплообменных аппаратов. Конструкция оросительного теплообменника
243	Законы массопередачи, которым подчиняется процесс абсорбции
244	Закон равновесия в процессах абсорбции
245	Сущность физической абсорбции и абсорбции, сопровождаемой химической реакцией
246	Движущая сила процессов массопередачи
247	Рабочая линия и материальный баланс абсорбции
248	Назначение, устройство и принцип действия колпачковой тарелки
249	Конструкции тарельчатых колонных аппаратов
250	Схема лабораторной установки, порядок проведения эксперимента

### 3.5 Собеседование (вопросы к зачету, к экзамену)

**3.5.1 ОПК-4 - пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде**

Номер вопроса	Текст задания
251	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов.
252	Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.
253	Основные свойства жидкости.
254	Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда.
255	Характер и виды потерь энергии при движении жидкости: потери по длине; местные потери.
256	Основные параметры работы. Характеристики насосов.
257	Измельчение твердых материалов. Расход энергии.
258	Сопrotивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание.
259	Перемешивание. Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание.
260	Значение процессов теплообмена в пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики.
261	Основы теплопередачи. Уравнение теплопроводности.
262	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания.
263	Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы для выпарной установки.
264	Общая и полезная разность температур. Тепловые потери в установках.
265	Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость.
266	Особенности массопередачи в системах с твердой фазой. Механизмы переноса в твердых телах, нестационарность массопереноса в твердых телах.
267	Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора.
268	Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристалло-химической реакцией на поверхности.
269	Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушилки.

**3.5.2 ПК-2- умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов**

Номер вопроса	Текст задания
270	Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения.
271	Уравнения движения.
272	Уравнения энергии.
273	Основы теории подобия. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости: ламинарный и турбулентный.
274	Регулирование работы динамического насоса на сеть.
275	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания. Классификация гидромеханических процессов.
276	Движение жидкостей через зернистые и пористые слои. Псевдооживление.
277	Фильтрование суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве пищевых продуктов.
278	Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Разделение неоднородных сред в циклонах.
279	Конвекция и теплоотдача. Основы подобия тепловых процессов.
280	Многократное выпаривание. Сущность и преимущества многократного выпаривания.
281	Критерии диффузионного подобия. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения.
282	Материальный и тепловой балансы конвективной сушилки. Действительная и теоретическая сушилки.
283	Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом.
284	Кривые кинетики сушки. Продолжительность первого и второго периода сушки.
285	Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала.

**3.5.3 ПК-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики**

Номер вопроса	Текст задания
286	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости.
287	Гидравлическое сопротивление типовых тепло- и массообменных аппаратов.
288	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов.
289	Насосные установки. Характеристика сети. Рабочая точка насоса.
290	Устройство, принцип работы, области применения динамических насосов.
291	Устройство, принцип работы, области применения объемных насосов.
292	Дробилки для крупного и тонкого измельчения.
293	Сортирование и смешение твердых материалов.
294	Конструкции мешалок. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания.
295	Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей.
296	Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре.
297	Теплообменные аппараты. Схема расчета теплообменников.
298	Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена.
299	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Законы фазового равновесия.
300	Молекулярная и турбулентная диффузия. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса.
301	Средняя движущая сила процессов массопередачи. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Абсорбция.
302	Способы массопередачи в системах с твердой фазой. Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Пути интенсификации массообменных процессов.
303	Движущая сила процесса. Пути интенсификации процесса кристаллизации.
304	Классификация и конструкции сушилок.

**3.6 Курсовой проект**

**3.6.1 ОПК-4 - пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурирование и оформлять информацию в доступном для других виде**

**Примерная тематика курсового проекта**

**Тема № 1.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат типа «труба в трубе» производительностью -  $G$  для тепловой обработки продукта. Начальная температура продукта -  $t_1$ , конечная -  $t_2$ . вторым теплоносителем является вода, имеющая начальную температуру -  $t_1'$  и конечную -  $t_2'$ .

Наименование параметра	Номер задания									
	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314
$G$ , т/ч	4,2	4,9	5,4	5,9	6,7	8,5	9,0	9,4	10,0	10,7
$t_1$ , °C	62,0	64,0	69,0	73,0	76,0	55,0	57,0	58,0	59,0	60,0
$t_2$ , °C	22,0	20,0	19,0	18,0	17,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0

$t'_1, ^\circ\text{C}$	16,0	14,0	12,0	10,0	8,0	9,0	11,0	13,0	15,0	16,0
$t'_2, ^\circ\text{C}$	38,0	40,0	47,0	50,0	45,0	34,0	36,0	38,0	41,0	40,0
Продукт	Раствор $\text{NaCl}$					Осахаренная масса (затор)				

**Тема № 2.** Рассчитать и спроектировать кожухотрубчатый теплообменный аппарат для конденсации -  $G$  пара вещества давлением -  $p$ . Начальная температура охлаждающей воды -  $t_1$ , конечная -  $t_2$ .

Наименование параметра	Номер задания							
	315	316	317	318	319	320	321	322
$G \cdot 10^{-3}, \text{ кг/ч}$	3,6	2,8	4,0	2,4	3,0	1,3	2,2	2,5
$t_1, ^\circ\text{C}$	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	15,0	14,0	16,0
$t_2, ^\circ\text{C}$	65,0	68,0	72,0	75,0	78,0	58,0	52,0	55,0
$p, \text{ МПа}$	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,10	0,10	0,10
Особенности задания	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на $10^\circ\text{C}$	Пар перегрет на $15^\circ\text{C}$ , конденсат отводится при температуре конденсации	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на $15^\circ\text{C}$	Пар насыщенный	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на $15^\circ\text{C}$
Вещество	Вода						Спирт этиловый	

**Тема № 3.** Рассчитать и спроектировать вертикальный многоходовый подогреватель для сахарного раствора, производительностью -  $G$ . Начальная температура сахарного раствора -  $t_1$ , конечная температура сахарного раствора -  $t_2$ , концентрация сахара в растворе -  $b$ . Давление греющего насыщенного пара -  $p$ .

Наименование параметра	Номер задания												
	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335
$G, \text{ т/ч}$	125,0	100,0	80,0	60,0	40,0	40,0	60,0	125,0	100,0	60,0	80,0	100,0	125,0
$t_1, ^\circ\text{C}$	60,0	65,0	63,0	65,0	67,0	70,0	70,0	73,0	75,0	83,0	85,0	90,0	85,0
$t_2, ^\circ\text{C}$	80,0	80,0	80,0	82,0	84,0	90,0	100,0	90,0	100,0	102,0	101,0	102,0	102,0
$b, \% \text{ мас.}$	10,0	13,0	12,0	14,0	15,0	14,0	13,0	15,0	12,0	11,0	12,0	13,0	14,0
$p, \text{ МПа}$	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

**Тема № 4.** Рассчитать и спроектировать конденсатор-холодильник для паров спирта. Пар полностью конденсируется в верхней трубчатой части аппарата, в нижней – змеевиковой части идет охлаждение конденсата. Аппарат обеспечивает работу брагоперегонного аппарата производительностью -  $G$  в сутки спирта сырца с объемной долей 88 %. Начальная температура охлаждающей воды  $t_1$ , конечная температура -  $t_2$ . Конденсат охлаждается до температуры -  $t'_2$ .

Наименование параметра	Номер задания					
	336	337	338	339	340	341
$3G, \text{ дал/сут}$	1100	1250	1400	1550	1680	1750
$t_1, ^\circ\text{C}$	8,0	10,0	12,0	14,0	10,0	11,0
$t_2, ^\circ\text{C}$	56,0	58,0	60,0	62,0	64,0	66,0
$t'_2, ^\circ\text{C}$	12,0	14,0	15,0	18,0	16,0	15,0

**Тема № 5.** Рассчитать и спроектировать спиральный теплообменный аппарат для подогрева воды за счет теплоты конденсирующегося водяного пара. В аппарат поступает -  $G$  воды с начальной температурой -  $t_1$ , температура воды на выходе из теплообменника -  $t_2$ . Давление насыщенного греющего пара -  $p_n$ .

Наименование параметра	Номер задания						
	342	343	344	345	346	347	348
$G \cdot 10^{-3}$ , кг/ч	25,0	27,0	29,0	32,0	36,0	39,0	44,0
$t_1$ , °C	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	10,0	13,0
$t_2$ , °C	65,0	68,0	73,0	79,0	84,0	80,0	70,0
$p_{н.}$ , МПа	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,18	0,16

**Тема № 6.** Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменный аппарат для пивного сусла производительностью -  $G$ . Сусло в теплообменнике охлаждается от  $t'_1$  до  $t'_2$  водой, имеющей начальную температуру  $t_{1в.}$ . Затем сусло охлаждается от  $t'_2$  до  $t'_3$  рассолом, имеющим начальную температуру -  $t_{1р.}$

Наименование параметра	Номер задания									
	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358
$G$ , м <sup>3</sup> /ч	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,9	7,4	8,0	8,6
$t'_1$ , °C	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
$t'_2$ , °C	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0
$t_{1в.}$ , °C	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	13,0	12,0	10,0
$t'_3$ , °C	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	4,0	5,0	6,0	7,0	5,0
$t_{1р.}$ , °C	-5,0	-7,0	-4,0	-3,0	-6,0	-5,0	-7,0	-4,0	-3,0	-6,0

**Тема № 7.** Рассчитать и спроектировать оросительный теплообменный аппарат (холодильник) для пивного сусла производительностью -  $G$ . Сусло в теплообменнике охлаждается от  $t_1$  до  $t_2$  водой. Аппарат состоит из трех секций:

- 1) секция охлаждается водопроводной водой, имеющей начальную температуру -  $t_{1в}^I$  и конечную температуру -  $t_{2в}^I$  ;
- 2) секция охлаждается артезианской водой, имеющей начальную температуру -  $t_{1в}^{II}$  ;
- 3) секция охлаждается водой, предварительно охлажденной в испарителе холодильной установки и имеющей начальную температуру -  $t_{1в}^{III}$  .

Наименование параметра	Номер задания									
	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368
$G$ , дал/ч	380	400	420	450	480	500	520	550	570	600
$t_1$ , °C	80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	90,0
$t_2$ , °C	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0	5,0
$t_{1в}^I$ , °C	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	15,0	16,0	17,0	18,0
$t_{2в}^I$ , °C	60,0	62,0	64,0	66,0	68,0	70,0	66,0	68,0	65,	70,0
$t_{1в}^{II}$ , °C	8,0	9,0	10,0	11,0	8,0	9,0	10,0	8,0	9,0	10,0
$t_{1в}^{III}$ , °C	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0

**Тема № 8.** Рассчитать и спроектировать выпарную установку для проведения процесса выпаривания. Производительность выпарной установки –  $G$  раствора. Раствор, поступающий на выпаривание, имеет начальную концентрацию –  $B_{н.}$ , концентрация раствора выходящего из выпарной установки –  $B_{к.}$ . Давление греющего пара –  $p_{г.п.}$ , давление в последнем корпусе выпарной установки –  $p_{к.}$ . Раствор поступает в первый корпус выпарной установки при температуре кипения.  $E$  – количество отбираемого по корпусам экстра-пара.

Наименование параметра	Номер задания													
	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382
$G$ , т/ч	50,0	75,0	100,0	125,0	150,0	100,0	50,0	75,0	100,0	60,0	80,0	0,5	0,3	2,0
$B_{н.}$ , % мас.	12,0	13,5	14,0	14,0	13,8	12,0	12,0	15,0	15,0	15,0	14,0	40,0	50,0	14,0
$B_{к.}$ , % мас.	60,0	60,0	65,0	64,0	65,0	65,0	55,0	60,0	55,0	60,0	60,0	85,0	90,0	50,0
$p_{г.п.}$ , МПа	0,30	0,32	0,29	0,30	0,35	0,32	0,32	0,30	0,35	0,32	0,35	0,20	0,20	0,30
$p_{к.}$ , МПа	0,05	0,07	0,06	0,065	0,06	0,07	0,101	0,103	0,105	0,106	0,102			
$E_1$ , т/ч	8,2	11,2	14,9	26,0	25,0	13,0								
$E_2$ , т/ч	4,4	7,4	8,3	6,5	9,0	8,0								
$E_3$ , т/ч	4,8	8,5	10,0	12,0	12,5	9,0								
$E_4$ , т/ч	1,6	2,3	2,5	4,0	5,0	3,0								
Выпариваемый	Сахарный раствор											Карамельный		

раствор					сироп			
Тип выпарной установки	Четырехкорпусная с концентратом			Трехкорпусная под давлением			Однокорпусная периодического действия	Однокорпусная непрерывного действия

**Тема № 9.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания сока первой сатурации в машинно-аппаратурной схеме свеклосахарного производства.

Сок первой сатурации центробежным насосом 1 из сборника 2 подается через подогреватель 3 в гравитационный отстойник 4 (рис.). В подогревателе сок нагревается от  $t_n$  до  $t_k$  насыщенным водяным паром давлением  $p_n$ . Давление в отстойнике атмосферное. Расход сока  $V$ .

Сок подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_n$ , высота всасывания  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема сока  $H$ .

Номер задания	383	384	385	386	687	388	389	390	391	392
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25
$H, \text{ м}$	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$h_{вс}, \text{ м}$	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
$l_{вс}, \text{ м}$	8	10	9	11	13	12	14	15	1	8
$l_n, \text{ м}$	50	55	60	65	70	75	80	75	70	65
$l'_n, \text{ м}$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
$t_n, ^\circ\text{C}$	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53
$t_k, ^\circ\text{C}$	92	93	94	95	94	93	92	93	94	95
$p_n, \text{ МПа}$	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26

**Тема № 10.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания фильтрованного сока первой сатурации в машинно-аппаратурной схеме свеклосахарного производства.

Фильтрованный сок первой сатурации из промежуточного сборника 1 насосом 2 через подогреватель 3 направляется в аппарат второй сатурации 4 (рис.). В подогревателе сок в объеме  $V$  нагревается от  $t_n$  до  $t_k$  насыщенным водяным паром давлением  $p_n$ . Давление в сатураторе  $p_c$ .

Сок подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_n$ , высота всасывания  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема сока  $H$ .

Номер задания	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$H, \text{ м}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$h_{вс}, \text{ м}$	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,1	0,5
$l_{вс}, \text{ м}$	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	5,3	5,1	4,9	4,7	3,3
$l_n, \text{ м}$	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
$l'_n, \text{ м}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t_n, ^\circ\text{C}$	76	77	78	76	77	78	76	78	77	75
$t_k, ^\circ\text{C}$	93	94	95	94	93	94	95	93	94	95
$p_n, \text{ МПа}$	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
$p_c, \text{ МПа}$	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11

**3.6.2 ПК-2- умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов**

**Тема № 11.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания сульфитированного сока в машинно-аппаратурной схеме свеклосахарного производства.

Сульфитированный сок насосом 1 из емкости 2 транспортируется через подогреватель 3 в первый корпус 4 выпарной установки (рис.). В подогревателе сок в объеме  $V$  нагревается от  $t_n$  до  $t_k$  насыщенным водяным паром давлением  $p_n$ . Давление в выпарном аппарате  $p_a$ .

Сок подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_n$ , высота всасывания  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
$H, \text{ м}$	23	24	25	26	27	26	25	24	23	22
$h_{вс}, \text{ м}$	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7
$l_{вс}, \text{ м}$	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9
$l_n, \text{ м}$	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47

$l'_н, м$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$t_н, °C$	60	65	63	65	67	70	73	75	83	85
$t_к, °C$	80	82	84	80	85	90	100	90	93	97
$p_н, МПа$	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
$p_ат, МПа$	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89

**Тема № 12.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для стерилизации жомпрессовой воды в машинно-аппаратурной схеме свеклосахарного производства.

Жомпрессовая вода из сборника 1 насосом 2 перекачивается через подогреватель 3 в отстойник 4 (рис.). В подогревателе вода нагревается от  $t_н$ , до  $t_к$  насыщенным водяным паром давлением  $p_н$ . Давление в отстойнике атмосферное. Расход воды  $V$ .

Вода подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_н$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_н$ , высота всасывания  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422
$V \cdot 10^2, м^3/с$	1,0	1,05	1,1	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,4	1,45
$H, м$	15	16	17	18	19	20	19	18	17	16
$h_{вс}, м$	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,1	0,5
$l_{вс}, м$	2,3	3,2	4,1	5,3	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3
$l_н, м$	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
$l'_н, м$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_н, °C$	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
$t_к, °C$	85	86	87	88	89	90	89	88	87	86
$p_н, МПа$	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38

**Тема № 13.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания свежей питающей воды в схеме получения сока в колонном диффузионном аппарате.

Свежая питающая вода насосом 1 перекачивается из сборника 2 через теплообменник 3 и сульфитатор 4 в диффузионный аппарат 5 (рис.). Вода нагревается в теплообменнике от  $t_н$  до  $t_к$  насыщенным водяным паром давлением  $p_н$ . Давление в диффузионном аппарате  $p_д$ . Расход воды  $V$ .

Вода подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_н$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_н$ , высота всасывания  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема воды  $H$ .

Номер задания	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432
$V \cdot 10^2, м^3/с$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
$H, м$	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5
$h_{вс}, м$	1,0	1,5	2,0	2,5	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1
$l_{вс}, м$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
$l_н, м$	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
$l'_н, м$	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$t_н, °C$	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$t_к, °C$	69	70	71	72	71	70	69	70	71	72
$p_н, МПа$	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
$p_д, МПа$	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,11

**Тема № 14.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания воды в схеме станции непрерывного замачивания кукурузного зерна производства крахмала.

Вода насосом 1 перекачивается из емкости 2 через теплообменник 3 в чан для замачивания зерна 4 (рис.). Вода в объеме  $V$  нагревается в теплообменнике от  $t_н$  до  $t_к$  конденсатом водяного пара, начальная температура которого  $T_н$ , конечная  $T_к$ . Давление в замочном чане атмосферное. Вода подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_н$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_н$ , высота всасывания  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема воды  $H$ .

Номер задания	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442
$V \cdot 10^2, м^3/с$	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
$H, м$	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$h_{вс}, м$	1,0	1,3	2,0	2,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,7
$l_{вс}, м$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$l_н, м$	30	40	45	50	55	60	65	60	55	50
$l'_н, м$	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10
$t_н, °C$	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$t_к, °C$	47	48	50	48	47	48	50	49	50	49
$T_н, °C$	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110

$T_k, ^\circ\text{C}$	71	72	73	72	71	70	69	68	67	66
-----------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**Тема № 15.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания щелочного раствора в схеме мойки оборотных бутылок с групповым этикетотборником и гидроциклическим способом удаления этикеток. Щелочной раствор центробежным насосом 1 перекачивается из сборной емкости 2 через фильтр 3 и теплообменник 4 в зону струйной обработки бутылок 5 (рис.). Щелочной раствор нагревается в теплообменнике от  $t_n$  до  $t_k$  насыщенным водяным паром давлением 0,2 МПа. Давление на выходе струи и из форсунок  $p_c$ . Расход раствора  $V$ . Раствор подается по трубопроводу длиной  $l=l_{bc}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_n$ , высота всасывания насоса  $h_{bc}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9
$H, \text{ м}$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5
$h_{bc}, \text{ м}$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
$l_{bc}, \text{ м}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	4,0	3,5
$l_n, \text{ м}$	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$l'_n, \text{ м}$	6	8	7	9	11	10	13	12	15	14
$t_n, ^\circ\text{C}$	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
$t_k, ^\circ\text{C}$	73	74	75	74	73	74	75	74	73	75
$p_c, \text{ МПа}$	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29

**Тема № 16.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для охлаждения барды в схеме производства кормовых дрожжей на меласной барде.

Барда из сборника-стерилизатора 1 насосом 2 непрерывно подается через фильтр 3 и теплообменник 4 в чан-смеситель 5 (рис.). В теплообменнике барда охлаждается от  $T_n$  до  $T_k$  холодной водой, начальная температура которой  $t_n$ , конечная  $t_k$ . Расход барды  $V$ . Давление в чане-смесителе  $p_{ч}$ .

Барда подается по трубопроводу длиной  $l=l_{bc}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до холодильника  $l'_n$ , высота всасывания насоса  $h_{bc}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$H, \text{ м}$	27	28	29	30	31	32	34	34	35	36
$h_{bc}, \text{ м}$	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
$l_{bc}, \text{ м}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$l_n, \text{ м}$	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
$l'_n, \text{ м}$	11	12	11	12	И	12	11	12	11	12
$t_n, ^\circ\text{C}$	97	98	99	100	97	98	99	100	99	98
$t_k, ^\circ\text{C}$	20	21	22	23	24	25	24	23	22	21
$T_n, ^\circ\text{C}$	11	12	13	14	15	16	15	14	13	12
$T_k, ^\circ\text{C}$	23	25	27	29	30	31	32	33	34	35
$p_{ч}, \text{ МПа}$	1,0	1,01	1,0	1,0	1,01	1,0	1,01	1,0	1,01	1,0

**Тема № 17.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания моноэтаноламина в схеме получения углекислого газа из отходящих дымовых газов.

Насыщенный углекислым газом раствор моноэтаноламина из нижней части абсорбера 1 насосом 2 подается через теплообменник 3 на разбрызгивающее устройство десорбера 4 (рис.). Моноэтаноламин в объеме  $V$  нагревается в теплообменнике от  $t_n$  до  $t_k$  насыщенным водяным паром давлением  $p_n$ . Давление в разбрызгивающих устройствах  $p_p$ .

Моноэтаноламин подается по трубопроводу длиной  $l=l_{bc}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до холодильника  $l'_n$ , высота всасывания насоса  $h_{bc}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	0,80	0,85	0,90	0,95	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,95
$H, \text{ м}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$h_{bc}, \text{ м}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
$l_{bc}, \text{ м}$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l_n, \text{ м}$	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
$l'_n, \text{ м}$	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$t_k, ^\circ\text{C}$	91	92	93	94	95	94	93	92	91	90
$t_n, ^\circ\text{C}$	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
$p_n, \text{ МПа}$	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
$p_p, \text{ МПа}$	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50

**Тема № 18.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания воды при замачивании зерна ячменя в производстве солода.

Вода из сборника 1 насосом 2 подается через теплообменник 3 в замочный чан 4 (рис.). Вода нагревается в теплообменнике от  $t_n$  до  $t_k$  конденсатом водяного пара, который охлаждается от  $T_n$  до  $T_k$ . Давление в замочном чане атмосферное. Расход воды  $V$ .

Вода подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_n$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
$H, \text{ м}$	12	13	14	15	16	15	14	13	12	11
$l_{вс}, \text{ м}$	8	9	10	11	10	9	8	7	6	5
$l'_n, \text{ м}$	40	45	50	55	60	65	60	55	50	45
$t_n, ^\circ\text{C}$	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9
$t_k, ^\circ\text{C}$	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24
$T_n, ^\circ\text{C}$	20	25	30	35	40	50	51	52	53	54
$T_k, ^\circ\text{C}$	92	91	90	93	94	95	92	91	90	93
$T_{к2}, ^\circ\text{C}$	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
	Теплое замачивание					Горячее замачивание				

**Тема № 19.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания смеси «этиловый спирт - вода» в схеме ректификационной установки непрерывного действия.

Исходная смесь из сборника 1 насосом 2 подается через подогреватель 3 на питательную тарелку ректификационной колонны 4 (рис.). Производительность колонны по дистилляту  $D$ , массовая концентрация низкокипящего компонента в исходной смеси  $a_F$ , в дистилляте  $a_D$ , в кубовом остатке  $a_W$ . Давление греющего пара  $p_{гр}$ . Давление в колонне атмосферное. Смесь подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_n$ , высота всасывания насоса  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492
$D, \text{ кг/с}$	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
$a_F, \% \text{ масс.}$	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29
$a_D, \% \text{ масс.}$	85	86	87	88	89	90	89	88	87	86
$a_W, \% \text{ масс.}$	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$p_{гр}, \text{ МПа}$	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2
$H, \text{ м}$	10	11	12	13	14	15	14	13	12	11
$h_{вс}, \text{ м}$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$l_{вс}, \text{ м}$	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8
$l'_n, \text{ м}$	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$l_n, \text{ м}$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

### 3.6.3 ПКв-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

**Тема №20.** Рассчитать и спроектировать сушильную установку непрерывного действия для высушивания влажного материала.

Производительность сушилки  $G_H$  влажного материала. Начальная влажность высушиваемого материала –  $W_H$ , конечная –  $W_K$ .

Температура и влажность воздуха задается преподавателем для одного из районов СНГ. Температура воздуха на входе в сушилку –  $t_1$ , температура воздуха на выходе из сушилки –  $t_2$ , относительная влажность на выходе из сушилки –  $\varphi_2$ . Температура материала на входе в сушилку  $\Theta$ . Потери теплоты  $q_n$ .

Наименование параметра	Номер задания									
	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502
$G_H, \text{ т/ч}$	12,0	10,0	8,0	5,0	7,5	6,0	3,2	3,0	2,8	2,5
$W_H, \%$	1,8	1,6	1,5	2,0	1,7	1,9	87,0	85,0	83,0	87,0
$W_K, \%$	0,15	0,14	0,12	0,15	0,14	0,15	10,0	9,5	10,5	11,0
$t_1, ^\circ\text{C}$	105	110	108	110	105	109	600	650	700	750
$t_2, ^\circ\text{C}$	70	75	73	75	70	74	110	120	130	140
$\varphi_2, \%$	20	18	18	20	17	19	32	30	35	40
$\Theta, ^\circ\text{C}$	50	54	52	60	52	55	75	80	85	75
$q_n, \%$	15	10	12	20	14	18	10	8	5	10
Тип сушилки	Барабанная									



Высушиваемый материал	Сахар	Жом
-----------------------	-------	-----

Наименование параметра	Номер задания					
	503	504	505	506	507	508
$G_H$ , т/ч	0,75	0,50	9,0	10,0	12,0	15,0
$W_H$ , %	78,0	1,9	1,5	1,6	1,8	0,7
$W_K$ , %	6,0	0,12	0,14	0,13	0,15	0,14
$t_1$ , °C	125	100	105	108	110	105
$t_2$ , °C	55	65	65	68	70	65
$\varphi_2$ , %	–	–	–	–	–	–
$\theta$ , °C	15,0	30,0	30,0	25,0	28,0	30,0
$q_n$ , %	10,0	10,0	12,0	15,0	18,0	12,0
Тип сушилки	Распылительная			С кипящим слоем		
Высушиваемый материал	Картофель			Сахар		

**Тема № 21.** Рассчитать и спроектировать ректификационную установку непрерывного действия для разделения под атмосферным давлением бинарной смеси этанол-вода в схеме производства этанола сернокислотной гидратацией этилена.

Производительность установки по исходной смеси -  $G_F$ . Массовая доля легколетучего компонента в исходной смеси -  $a_F$ , в дистилляте -  $a_D$ , в кубовом остатке -  $a_W$ .

Температура исходной смеси -  $t_{см}$ . Смесь этанол-вода подается в ректификационную колонну при температуре кипения. Давление греющего пара -  $p$ . Температура кубового остатка после выхода его из холодильника -  $t_{хол.В}$ , температура дистиллята после холодильника -  $t_{хол.Д}$ .

Наименование параметра	Номер задания									
	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518
$G_F \cdot 10^{-3}$ , т/ч	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5
$a_F$ , % мас.	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0
$a_D$ , % мас.	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	89,0	88,0	87,0
$a_W$ , % мас.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3
$t_{см}$ , °C	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0
$p$ , кПа	200	250	300	300	250	200	250	300	200	300
$t_{хол.В}$ , °C	49,0	48,0	47,0	46,0	45,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0
$t_{хол.Д}$ , °C	39,0	38,0	37,0	36,0	35,0	34,0	33,0	34,0	35,0	37,0
Тип колонны	Тарелка ситчатая			Тарелка колпачковая				Насадка		

**Тема № 22.** Рассчитать и спроектировать установку, включающую в себя тарельчатую абсорбционную колонну предназначенную для улавливания паров этилового спирта из газов брожения (смесь паров этилового спирта, воды и углекислого газа) водой.

Концентрация паров этилового спирта в газах брожения на входе в абсорбер -  $c$ , степень извлечения этилового спирта -  $\varepsilon$ , производительность аппарата по водно-спиртовой смеси -  $G$ , концентрация спирта в водноспиртовом растворе на выходе из абсорбера -  $x_{вых}$ . Концентрация этилового спирта в воде на входе в абсорбер -  $x_{вход} = 0$ , температура в аппарате -  $t$ , давление в аппарате атмосферное

Наименование параметра	Номер задания										
	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	
$G \cdot 10^{-3}$ , кг/ч	1,0	2,0	1,5	2,5	3,0	3,5	0,5	0,8	1,2	2,7	
$c$ , г/см <sup>3</sup>	2,0	5,8	9,8	13,4	18,4	25,7	32,3	42,9	12,0	3,0	
$\varepsilon$ , %	95,0	95,0	90,0	90,0	98,0	98,0	80,0	85,0	80,0	85,0	
$x_{вых}$ , %	1,0	3,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0	30,0	5,0	10,0	
$t$ , °C	23,0	22,0	22,0	23,0	20,0	23,0	18,0	18,0	23,0	20,0	

**Тема № 23.** Кристаллизация сахарозы происходит из раствора, насыщенного при  $t_n$  при охлаждении его до  $t_k$  без удаления воды. Масса исходного раствора  $G_p$ . Продолжительность процесса кристаллизации  $\tau$ . Начальная температура охлаждающей воды  $t_{в.н.}$

Наименование параметра	Номер задания									
	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538
$G_p$ , кг	300	250	350	400	320	350	380	500	470	450
$t_n$ , °C	70	72	72	73	73	74	74	75	75	76
$t_k$ , °C	30	32	33	34	34	35	33	31	33	36
$\tau$ , ч	4	6	4	5	4	3	4	4	5	5
$t_{в.н.}$ , °C	20	18	16	15	13	12	11	10	11	12

**Тема № 24.** На кристаллизацию поступает  $G_p$  раствора, массовая доля сухих веществ в utfеле  $СВ_y$ , содержание (массовая доля) сухих веществ в исходном сиропе принять равным содержанию сухих веществ в прокачиваемом сиропе  $СВ_0 = СВ_п.$  Чистота начального сиропа  $Ч_0.$  Чистота прокачиваемого сиропа  $Ч_п.$  Температура кипения utfеля  $t_y.$  Растворимость сахара  $H.$  Коэффициент пересыщения межкристалльного раствора  $\Pi.$  Давление греющего пара  $p_r.$  Отношение объема начального сиропа к величине поверхности нагрева  $\psi.$  Давление насыщенного вторичного пара  $p_{вт.}$

Наименование параметра	Номер задания									
	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548
$G_p \cdot 10^{-3}$ , кг	25,0	30,0	35,0	35,0	37,0	40,0	43,0	45,0	47,0	55,0
$СВ_y$ , %	90,0	91,0	91,0	92,0	92,3	92,5	92,3	93,0	93,0	92,0
$СВ_0$ , %	65,0	64,0	64,5	65,0	64,0	64,0	65,0	65,0	64,0	64,0
$Ч_0$ , %	91,0	92,0	90,5	89,0	90,5	91,5	91,0	90,0	91,0	92,5
$t_y$ , °C	74,0	74,8	75,5	76,0	76,0	77,0	76,0	75,0	74,0	73,0
$\Pi$	1,15	1,20	1,8	1,17	1,23	1,30	1,25	1,20	1,23	1,25
$p_r$ , кгс/см <sup>2</sup>	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
$\psi$ , дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	35,0	40,0	0,43	45,0	48,0	50,0	53,0	55,0	57,0	60,0
$p_{вт.}$ , кгс/см <sup>2</sup>	0,21	0,217	0,22	0,23	0,24	0,24	0,23	0,218	0,21	0,20

**Тема № 25.** Рассчитать и спроектировать установку включающую экстракционный аппарат для осуществления экстракции в системе жидкость-жидкость.

Производительность экстрактора –  $V$  рафината (сплошная фаза). Начальная концентрация извлекаемого компонента в исходной смеси –  $x'$ , конечная концентрация –  $x''$  Концентрация извлекаемого компонента в экстрагенте на выходе из колонны  $y''$ , а на входе  $y'$ .

Наименование параметра	Номер задания				
	549	550	551	552	553
$V$ , м <sup>3</sup> /ч	30,0	25,0	20,0	10,0	5,0
$x'$ , кг/м <sup>3</sup>	100	120	150	180	200
$x''$ , кг/м <sup>3</sup>	1,8	1,6	1,2	1,5	1,5
$y''$ , кг/м <sup>3</sup>	180	200	210	230	250
$y'$ , кг/м <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Рабочая смесь	Бензол – уксусная кислота				
Извлекаемый компонент	Уксусная кислота				
Экстрагент	Вода				

#### 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 – 2018 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 - пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурирование и оформлять информацию в доступном для других виде</b>					
<b>Знать</b> физическую сущность процессов и аппаратов пищевых технологий	Собеседование (экзамен)	Знание физической сущности процессов и аппаратов пищевых технологий	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, 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, 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)
	Собеседование (зачет)	Знание физической сущности процессов и аппаратов пищевых технологий	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания и/или задачи, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> описывать процессы и аппараты пищевых технологий	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение описывать процессы и аппараты пищевых технологий	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> понимаем сущности процессов и аппаратов пищевых технологий, готовностью интерпретировать и структурировать эти знания	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)

	Задача	Содержание решения	обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)
			обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
	Курсовой проект	Материалы курсового проекта, защита	обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок при ответе на вопросы	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
			<b>ПК-2- умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</b>		
<b>Знать</b> технологические процессы и оборудование для их реализации	Собеседование (экзамен)	Знание технологических процессов и оборудования для их реализации	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-	Неудовлетво-	Не освоена (не-

	Тест	Результат тестирования	задания, в ответе допустил более пяти ошибок	рительно	достаточный)
			50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
	Собеседование (зачет)	Знание технологических процессов и оборудования для их реализации	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания и/или задачи, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> проводить технологические процессы на соответствующем оборудовании по заданным методикам с последующей обработкой результатов	Собеседование (защита лабораторных работ)	Умение проводить технологические процессы на соответствующем оборудовании по заданным методикам с последующей обработкой результатов	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> навыками проведения технологических процессов на соответствующем оборудовании по заданным методикам, обрабатывать и анализировать полученные результаты	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)
	Задача	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Курсовой проект	Материалы курсового проекта, защита	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)

			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>ПКв-1- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</b>					
<b>Знать</b> процессы и аппараты пищевых технологий	Собеседование (экзамен)	Знание процессов и аппаратов пищевых технологий	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, 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, 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)
	Собеседование (зачет)	Знание процессов и аппаратов пищевых технологий	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания и/или задачи, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> рассчитывать процессы и аппараты пищевых технологий, используя законы и методы естествен-	Собеседование ( защита лабораторных работ)	Умение рассчитывать процессы и аппараты пищевых технологий, используя законы и методы естественных наук и математики	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 резуль-	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

ных наук и математики			татов эксперимента, не защитил лабораторную работу		
Владеть методами расчета процессов и аппаратов пищевых технологий с использованием законов и методов естественных наук и математики	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)
	Задача	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Курсовой проект	Материалы курсового проекта, защита	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)