

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОИЗВОДСТВА**

Направление подготовки

**27.03.04 Управление в технических системах**

---

Направленность (профиль)

**Системы автоматизированного управления**

---

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

---

## 1. Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Технологические процессы и производства» является формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых при осуществлении проектно-конструкторской и других видах профессиональной деятельности при управлении в технических системах.

### Задачи дисциплины:

- сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования устройств и систем автоматизации и управления;
- внедрение результатов разработок в производство средств и систем автоматизации и управления;
- профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращение экологических нарушений.

**Объектами профессиональной деятельности** являются системы автоматизации, управления, методы их экспериментального исследования.

## 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 (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-9	способностью проводить техническое оснащение рабочих мест и размещение технологического оборудования	технологические процессы и технологическое оборудование для их реализации	размещать технологическое оборудование	навыками размещения технологического оборудования и обеспечения его максимальной производительности

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина (модуль) «Технологические процессы и производства» относится к блоку 1 ОП и ее вариативной части.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	4 семестр	5 семестр
	ак.ч	ак.ч	ак.ч
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	108
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>82,85</b>	<b>37</b>	<b>45,85</b>
Лекции	33	18	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	48	18	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	48	18	30
Консультации текущие	1,65	0,9	0,75
<b>Вид аттестации (зачет)</b>	0,2	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>97,15</b>	<b>35</b>	<b>62,15</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	16,15	9	7,15
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	52	17	35
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	29	9	20

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
<b>4 семестр</b>			
1	Введение	Введение. Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производства». Современные задачи пищевой и химической промышленности. Классификация основных технологических процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу.	2
2	Современные научные методы исследования технологических процессов и оборудования	Методы анализа и моделирования технологических процессов. Физическое и математическое моделирование. 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.	3
3	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	Жидкие технологические среды, как объект исследования. Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия. Уравнения энергии. Потери энергии. Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры. Способы управления процессами транспортирования жидких технологических сред. Оборудование, входящее в состав насосных установок, принципы его размещения. Оснащение насосных установок измерительными приборами. Способы регулирования работы гидравлических машин с целью обеспечения максимальной производительности.	38
4	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов. Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Математическое описание процесса. Гидродинамика псевдооживленного слоя. Явление пневмотранспорта. Контроль технологических параметров псевдооживления. Техническое оснащение приборами контроля оборудования с кипящим слоем и принципы его размещения. Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах, обеспечение максимальной производительности. Техническое оснащение приборами контроля станций отстаивания, принципы размещения отстойников. Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Фактор разделения. Коэффициент эффективности. Способы интенсификации процесса центрифугирования для обеспечения максимальной производительности. Техническое оснащение приборами контроля центрифуг, принципы размещения центрифуг. Фильтрация. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрации. Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Способы обеспечения максимальной производительности процесса. Техническое оснащение приборами контроля станций фильтрации, принципы размещения фильтров. Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании. Техническое оснащение приборами контроля станций перемешивающего оборудования, принципы размещения аппаратов с перемешивающими устройствами.	28

<b>5 семестр</b>			
5	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах, обеспечение максимальной производительности. Техническое оснащение приборами контроля станций отстаивания, принципы размещения отстойников. Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Фактор разделения. Коэффициент эффективности. Способы интенсификации процесса центрифугирования для обеспечения максимальной производительности. Техническое оснащение приборами контроля центрифуг, принципы размещения центрифуг. Фильтрация. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрации. Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Способы обеспечения максимальной производительности процесса. Техническое оснащение приборами контроля станций фильтрации, принципы размещения фильтров. Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании. Техническое оснащение приборами контроля станций перемешивающего оборудования, принципы размещения аппаратов с перемешивающими устройствами.	20
6	Тепловые процессы и оборудование для их реализации	Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Математическое описание процессов теплообмена: дифференциальное уравнение теплопроводности; дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты. Применение теории теплового подобия при моделировании тепловых процессов. Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Уравнение теплопередачи. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Способы корректировки технологических параметров тепловых процессов. Техническое оснащение приборами контроля теплообменного оборудования, принципы размещения теплообменных аппаратов. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы. Общая и полезная разность температур. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Преимущества многократного выпаривания. Экономически целесообразное число корпусов выпарной установки. Способы корректировки технологических параметров выпаривания. Техническое оснащение приборами контроля выпарных установок, принципы размещения выпарных аппаратов.	31
7	Массообменные процессы и оборудование для их реализации	Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Законы фазового равновесия. Материальный баланс процессов массообмена. Уравнение массопередачи. Массообмен между фазами. Средняя движущая сила. Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс процесса. Уравнение линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Конструкции абсорберов, техническое оснащение приборами контроля, принципы размещения абсорбционного оборудования. Экстракция. Общие сведения. Физические основы процесса экстракции. Устройство экстракторов. Схемы экстракционных установок, техническое оснащение приборами	56,15

	<p>контроля, принципы размещения экстракционного оборудования, способы регулирования производительности. Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Уравнение линии равновесия. Принцип ректификации. Схема установок периодической и непрерывной ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны. Тепловой баланс ректификационной колонны. Конструкции ректификационных аппаратов, техническое оснащение приборами контроля, принципы размещения ректификационного оборудования, способы регулирования производительности. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел. Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса. Принципиальные схемы адсорбционных процессов. Адсорбционная аппаратура: техническое оснащение приборами контроля; принципы размещения адсорберов. Способы регулирования производительности адсорберов. Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Материальные балансы сушильных установок. Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок. Теоретическая и действительная сушилка. Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности сушки. Контактные и терморрадиационные сушилки. Сушка в поле токов высокой частоты. Сублимационные сушилки. Техническое оснащение приборами контроля сушильных установок, принципы размещения сушилок.</p>	
--	---	--

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
<b>4 семестр</b>				
1	Введение	1	–	1
2	Современные научные методы исследования технологических процессов и оборудования	1	–	2
3	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	6	14	18
4	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	10	4	14
<b>5 семестр</b>				
5	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	–	10	10
6	Тепловые процессы и оборудование для их реализации	6	4	21
7	Массообменные процессы и оборудование для их реализации	9	16	31,15

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость раздела, часы
<b>4 семестр</b>			
1	Введение	Введение. Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производства». Современные задачи пищевой и химической промышленности. Классификация основных технологических процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу, определение основных размеров аппаратов.	1

2	Современные научные методы исследования технологических процессов и оборудования	Методы анализа и моделирования технологических процессов (аналитический, экспериментальный, синтетический). Физическое и математическое моделирование. 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. Совокупность размерностей и систем единиц измерения.	1
3	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	Жидкие технологические среды, как объект исследования. Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия. Уравнения энергии. Потери энергии. Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры. Способы управления процессами транспортирования жидких технологических сред. Оборудование, входящее в состав насосных установок, принципы его размещения. Оснащение насосных установок измерительными приборами. Способы регулирования работы гидравлических машин с целью обеспечения максимальной производительности.	6
4	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов. Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Математическое описание процесса. Гидродинамика псевдооживленного слоя. Явление пневмотранспорта. Контроль технологических параметров псевдооживления. Техническое оснащение приборами контроля оборудования с кипящим слоем и принципы его размещения. Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах, обеспечение максимальной производительности. Техническое оснащение приборами контроля станций отстаивания, принципы размещения отстойников. Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Фактор разделения. Коэффициент эффективности. Способы интенсификации процесса центрифугирования для обеспечения максимальной производительности. Техническое оснащение приборами контроля центрифуг, принципы размещения центрифуг. Фильтрация. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрации. Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Способы обеспечения максимальной производительности процесса. Техническое оснащение приборами контроля станций фильтрации, принципы размещения фильтров. Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании. Техническое оснащение приборами контроля станций перемешивающего оборудования, принципы размещения аппаратов с перемешивающими устройствами.	10
<b>5 семестр</b>			
5	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	-	-
6	Тепловые процессы и оборудование для их реализации	Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Математическое описание процессов теплообмена: дифференциальное уравнение теплопроводности; дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты. Применение теории теплового подобия при моделировании тепловых процессов. Критериальное уравнение теп-	6

		<p>лоотдачи. Теплопередача. Уравнение теплопередачи. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Способы корректировки технологических параметров тепловых процессов. Техническое оснащение приборами контроля теплообменного оборудования, принципы размещения теплообменных аппаратов. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы. Общая и полезная разность температур. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Преимущества многократного выпаривания. Экономически целесообразное число корпусов выпарной установки. Способы корректировки технологических параметров выпаривания. Техническое оснащение приборами контроля выпарных установок, принципы размещения выпарных аппаратов.</p>	
7	<p>Массообменные процессы и оборудование для их реализации</p>	<p>Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Законы фазового равновесия. Материальный баланс процессов массообмена. Уравнение массопередачи. Массообмен между фазами. Средняя движущая сила. Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс процесса. Уравнение линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Конструкции абсорберов, техническое оснащение приборами контроля, принципы размещения абсорбционного оборудования. Экстракция. Общие сведения. Физические основы процесса экстракции. Устройство экстракторов. Схемы экстракционных установок, техническое оснащение приборами контроля, принципы размещения экстракционного оборудования, способы регулирования производительности. Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Уравнение линии равновесия. Принцип ректификации. Схема установок периодической и непрерывной ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны. Тепловой баланс ректификационной колонны. Конструкции ректификационных аппаратов, техническое оснащение приборами контроля, принципы размещения ректификационного оборудования, способы регулирования производительности. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел. Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса. Принципиальные схемы адсорбционных процессов. Адсорбционная аппаратура: техническое оснащение приборами контроля; принципы размещения адсорберов. Способы регулирования производительности адсорберов. Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Материальные балансы сушильных установок. Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок. Теоретическая и действительная сушилка. Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности сушки. Контактные и терморadiационные сушилки. Сушка в поле токов высокой частоты. Сублимационные сушилки. Техническое оснащение приборами контроля сушильных установок, принципы размещения сушилок.</p>	9

### 5.2.2 Практические занятия – не предусмотрены

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость раздела, часы
<b>4 семестр</b>			
1	Введение	–	–
2	Современные научные методы исследования технологических процессов и оборудования	–	–
3	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	Совершенствование работы вращающихся устройств с технологическими средами.	2
		Выбор оптимального режима движения жидких/ газовых сред.	4
		Материальный и энергетический балансы потока.	4
		Экспериментальное получение основных характеристик гидравлической машины и заключение о целесообразности ее использования.	4
4	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	Экспериментальное определение потерь энергии при движении через зернистый слой	4
<b>5 семестр</b>			
5	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	Изучение факторов интенсификации гравитационного осаждения	4
		Определение констант процесса фильтрования	4
		Определение расхода энергии на перемешивание в жидких средах	2
6	Тепловые процессы и оборудование для их реализации	Контроль параметров процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	4
7	Массообменные процессы и оборудование для их реализации	Регулирование режимов работы колпачковой тарелки	4
		Изучение интенсификации процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием	4
		Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки	4
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	4

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость раздела, часы
<b>4 семестр</b>			
1	Введение	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	1
2	Современные научные методы исследования технологических процессов и оборудования	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник) Тест (лекции, учебник)	2
3	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	18
4	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	14

5 семестр			
5	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	10
6	Тепловые процессы и оборудование для их реализации	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	21
7	Массообменные процессы и оборудование для их реализации	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	31,15

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 6.1 Основная литература

Процессы и аппараты пищевых производств : учеб. для вузов / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. В. Логинов [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. — СПб. : ГИОРД, 2012. — 616 с.: ил.

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.

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

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

Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

### 6.2 Дополнительная литература

Расчет и проектирование массообменных аппаратов : учебное пособие / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, О. В. Абрамов, А. В. Логинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1672-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211802>

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.

Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.А. Баранов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 408 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98234>.

Остриков, А. Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов : учебное пособие / А. Н. Остриков, М. И. Слюсарев, Е. Ю. Желтоухова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1953-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212867>

Остриков, А.Н. Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терёхина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : , 2018. — 360 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105819>

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

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

Фролов, В.Ф. Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии: (примеры и задачи) : учебное пособие / В.Ф. Фролов, П.Г. Романков, О.М. Флисюк. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2010. - 544 с. - ISBN 978-5-93808-182-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345>

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

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>

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

Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

Материалы педагогической диагностики по дисциплине «Процессы и аппараты» [Текст] : учебное пособие / А. Н. Остриков, И.Н. Болгова, И.С. Наумченко [и др.]; Воронеж. Гос. Ун-т инж. Технол. - Воронеж, 2019. - 340 с. - Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2062>

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

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsuet.ru/">https://education.vsuet.ru/</a>

### **6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Технологические процессы и производства [Электронный ресурс]: метод. указания к СРО по курсу «Технологические процессы и производства» для обучающихся

по направлению 27.03.04 – «Управление в технических системах» / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; сост. И.Н. Болгова. - Воронеж: ВГУИТ, 2021. – 25 с. – [ЭИ]  
Режим доступа: <https://education.vsuet.ru/mod/folder/view.php?id=169114>

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

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения 3KL».

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

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 7 (64 - bit)	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Windows 8.1 (64 - bit)	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
MicrosoftOffice 2007	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
MicrosoftOffice 2010	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
AdobeReaderXI	(бесплатноеПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm</a>

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

**Учебная аудитория № 111** 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

Комплект мебели для учебного процесса.

Лабораторные установки: «Абсорбция углекислого газа водой», «Расход мощности на перемешивание», Установки для изучения гидродинамики потоков жидкости и газов: «Гидродинамика зернистого слоя», «Гидродинамика колпачковой тарелки», «Осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде», «Осаждение твердых частиц в жидкой среде», «Определение констант процесса фильтрования», «Барабанный вакуум-фильтр», «Простая перегонка», «Исследование теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»», Стенд колонных аппаратов.

Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

**Учебная аудитория № 115** 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

Комплект мебели для учебного процесса.

Лабораторные установки: «Изучение режимов движения жидкости», «Относительный покой жидкости во вращающемся вокруг цилиндрической оси цилиндрическом со-

суде», «Испытание вакуум-насоса», «Испытание центробежного вентилятора», «Испытание центробежно-вихревого насоса», «Нормальное испытание центробежного насоса», «Стенд Бернулли».

Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

**Учебная аудитория № 117** 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

Комплект мебели для учебного процесса.

Макет вакуум-выпарной установки с выносной греющей камерой. Макет массообменного аппарата. Стенды: «Трехкорпусная вакуум-выпарная установка», «Ректификационная установка непрерывного действия», «Основные виды фильтровальных материалов», «Используемые виды насадок в массообменных аппаратах», «Различные виды контактных устройств массообменных аппаратов».

Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

**Учебная аудитория № 201** 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

Комплект мебели для учебного процесса.

Мультимедийный проектор Epson EH-TW6100, экран настенный. Ноутбук.

Допускается использование других аудиторий в соответствии с расписанием учебных занятий и оснащенных соответствующим материально-техническим или программным обеспечением.

## **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 (модулю) определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля) **в виде приложения**.

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

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **27.03.04 Управление в технических системах** и профилю подготовки **Системы автоматизированного управления**.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОИЗВОДСТВА**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-9	способностью проводить техническое оснащение рабочих мест и размещение технологического оборудования	технологические процессы и технологическое оборудование для их реализации	размещать технологическое оборудование	навыками размещения технологического оборудования и обеспечения его максимальной производительности

## 2. Паспорт оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение	ПК-9	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	1-3	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	66-67	Контроль преподавателем
2	Современные научные методы исследования технологических процессов и оборудования	ПК-9	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	4-5	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	68	Контроль преподавателем
3	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	ПК-9	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	6-11, 35-38, 49-50	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	69-75	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	110-133	Защита лабораторных работ
			<i>Ситуационное задание</i>	58	Контроль преподавателем
4	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	ПК-9	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	12-25, 39-40, 51-53	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	76-86	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	134-149	Защита лабораторных работ
			<i>Ситуационное задание</i>	59-61	Контроль преподавателем
5	Тепловые процессы и оборудование для их реализации	ПК-9	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	26-28, 41, 54-55	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	87-92	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	150-155	Защита лабораторных работ
			<i>Ситуационное задание</i>	62-63	Контроль преподавателем

6	Массообменные процессы и оборудование для их реализации	ПКв-3	Тест (Банк тестовых заданий)	29-34, 42-48, 56-57	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету)	93-109	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	156-172	Защита лабораторных работ
			Ситуационное задание	64-65	Контроль преподавателем

### 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).

Каждый вариант теста включает 15 контрольных заданий, из них:

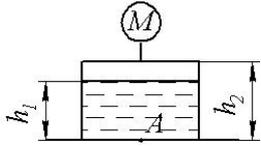
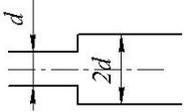
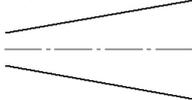
- 6 контрольных заданий на проверку знаний;
- 6 контрольных заданий на проверку умений;
- 3 контрольных задания на проверку навыков.

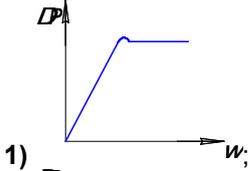
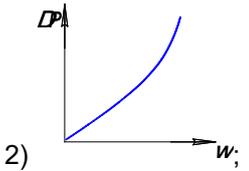
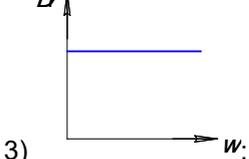
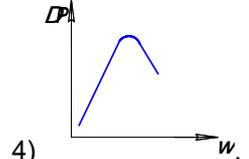
#### 3.1 Тесты (банк тестовых заданий)

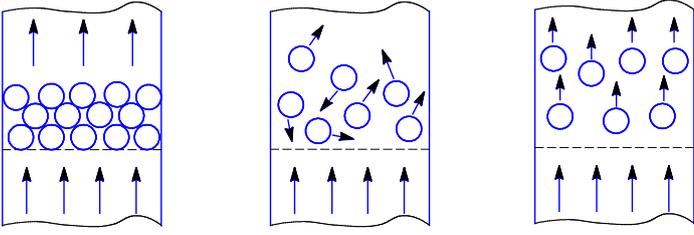
##### 3.1.1 Шифр и наименование компетенции

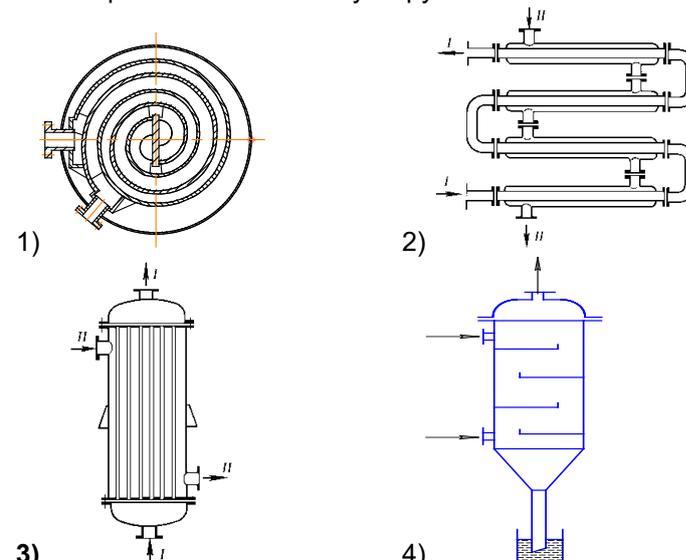
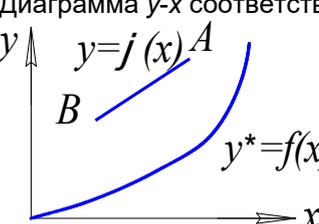
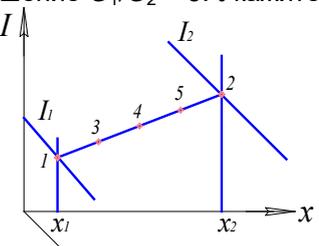
**ПК-9** способностью проводить техническое оснащение рабочих мест и размещение технологического оборудования

№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1	<p>Текучестью жидкости называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) свойство жидкостей, означающее способность перемещаться без влияния сдвигающих сил;</li> <li>2) <b>общее свойство для всех жидкостей, означающее способность течь под влиянием самых малых сдвигающих усилий;</b></li> <li>3) общее свойство для всех жидкостей, означающее способность течь под влиянием изменения поверхностного натяжения;</li> <li>4) особое свойство для некоторых жидкостей, означающее способность течь под влиянием сдвигающих сил.</li> </ol>
2	<p>Особенностью ньютоновских жидкостей является то, что для них</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) вязкость не зависит от температуры и давления;</li> <li>2) <b>справедлив закон внутреннего трения Ньютона;</b></li> <li>3) модуль упругости не изменяется с увеличением температуры;</li> <li>4) несправедлив закон внутреннего трения Ньютона.</li> </ol>
3	<p>Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) среда, имеющая разрывы и пустоты</li> <li>2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты</li> <li>3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении</li> <li>4) <b>континуум, непрерывная сплошная среда</b></li> </ol>
4	<p>В открытом сосуде находится жидкость с плотностью <math>\rho = 1000 \text{ кг/м}^3</math>. Манометр, присоединенный в некоторой точке сосуда, показывает давление <math>p = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}</math>. На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 1,5 м</li> <li>2) 0,5 м</li> <li>3) 15 м</li> <li>4) <b>5 м</b></li> </ol>

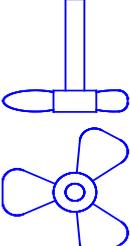
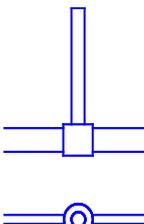
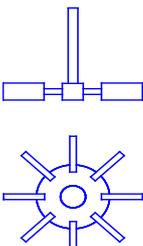
5	<p>Абсолютное давление в точке А, где <math>\rho</math> – плотность воды, <math>p_o</math> – атмосферное давление, <math>M</math> – показание манометра, равно:</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>p = M + \rho g h_1</math></li> <li>2) <math>p = M + p_o + \rho g (h_2 - h_1)</math></li> <li>3) <math>p = p_o + \rho g h_1</math></li> <li>4) <math>p = p_o + \rho g h_1</math></li> </ol>
6	<p>Найти критическую скорость в прямой круглой трубе <math>d = 0,020</math> м для воздуха, если его динамический коэффициент вязкости и плотность соответственно равны <math>\mu = 2 \cdot 10^{-5}</math> Па·с, <math>\rho = 1,2</math> кг/м<sup>3</sup>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 8,3 м/с</li> <li>2) <b>1,9 м/с</b></li> <li>3) 3,3 м/с</li> <li>4) 2,3 м/с</li> </ol>
7	<p>В узкой части трубы <math>Re = 2300</math>, в широкой части на достаточном расстоянии от расширения</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Re = 1150</b></li> <li>2) Re = 4600</li> <li>3) Re = 2300</li> <li>4) Ответ зависит от величины расхода и вязкости</li> </ol>
8	<p>Как изменится величина потерь напора в прямой круглой трубе, если расход жидкости увеличить в 2 раза? Режим движения жидкости – турбулентный.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Увеличится в 2 раза</li> <li>2) <b>Увеличится в 4 раза</b></li> <li>3) Уменьшится в 2 раза</li> <li>4) Не изменится</li> </ol>
9	<p>При экспериментальном исследовании на стенде Бернулли суммарные потери напора трубопровода переменного сечения могут быть определены:</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>из уравнения Бернулли</b> <math>h_l = \left[ \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} \right] - \left[ \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \right]</math></li> <li>2) по разности показаний пьезометров в начале и конце трубопровода</li> <li>3) по формуле: <math>h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}</math></li> <li>4) по формуле <math>h_l = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi_{м.с.} \right) \frac{v^2}{2g}</math></li> </ol>
10	<p>Простым называют трубопровод</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) не имеющий местных потерь</li> <li>2) постоянного диаметра</li> <li>3) не имеющий поворотов</li> <li>4) <b>не имеющий боковых ответвлений</b></li> </ol>
11	<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</math> кг/м<sup>3</sup>. Чему равна мощность на валу насоса?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 30 кВт</li> <li>2) <b>3 кВт</b></li> <li>3) 1,77 кВт</li> <li>4) 1,24 кВт</li> </ol>

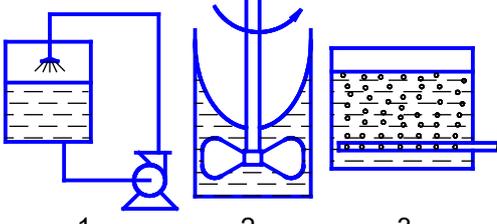
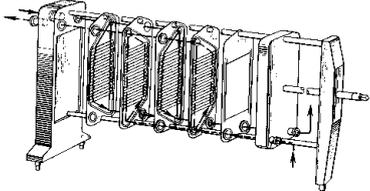
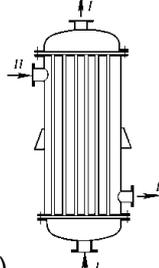
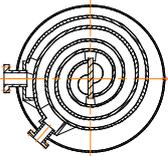
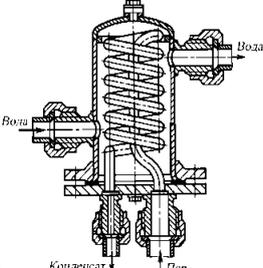
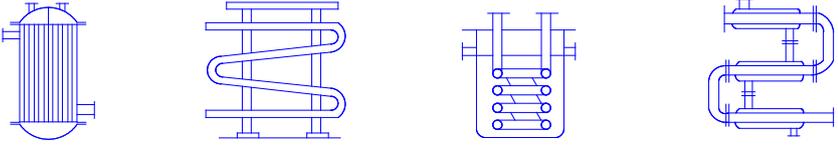
12	<p>Скорость осаждения при ламинарном режиме рассчитывается по формуле:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\xi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho w^2}{2}</math>;</li> <li>2) <math>\frac{gd^3(\rho_m - \rho)\rho}{\mu^2}</math>;</li> <li>3) <math>\frac{gd^2(\rho_m - \rho)}{18\mu}</math>;</li> <li>4) <math>\sqrt{\frac{4(\rho_m - \rho)gd}{3\xi\rho}}</math>.</li> </ol>
13	<p>Отстаивание есть процесс разделения под действием силы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) инерции;</li> <li>2) <b>тяжести</b>;</li> <li>3) центробежной;</li> <li>4) электрического поля</li> </ol>
14	<p>Основной расчетной геометрической характеристикой отстойника является</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) высота отстойника;</li> <li>2) длина отстойника;</li> <li>3) <b>площадь поверхности отстойника в плане</b>;</li> <li>4) верный ответ не указан.</li> </ol>
15	<p>Увеличение концентрации суспензии при разделении осаждением приводит:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) к увеличению скорости осаждения;</li> <li>2) <b>к уменьшению скорости осаждения</b>;</li> <li>3) не изменяет значения скорости</li> </ol>
16	<p>Увеличение площади осаждения ведет к увеличению:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) скорости осаждения;</li> <li>2) <b>производительности отстойника</b>;</li> <li>3) времени осаждения</li> </ol>
17	<p>Производительность проектируемого отстойника можно увеличить</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) увеличивая высоту и площадь отстойника в плане, а также скорость осаждения;</li> <li>2) увеличивая площадь отстойника в плане;</li> <li>3) увеличивая объем отстойника;</li> <li>4) <b>увеличивая скорость осаждения частиц и площадь отстойника в плане</b>.</li> </ol>
18	<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> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\Delta P = \mu(R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau}</math>;</li> <li>2) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} - R_{\phi})}</math>;</li> <li>3) <math>\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}</math>;</li> <li>4) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}</math>.</li> </ol>
19	<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> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>1)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>3)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4)</p> </div> </div>

20	<p>Псевдооживленный слой</p>  <p>1)                      2)                      3)</p>
21	<p>Начало псевдооживления наступает при</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>равенстве силы гидравлического сопротивления слоя весу всех его частиц;</b></li> <li>2) условию, что вес отдельной частицы уравнивается силой сопротивления, возникающей при обтекании частицы потоком;</li> <li>3) условию, что вес всех частиц больше гидравлического сопротивления слоя;</li> <li>4) условию, что вес всех частиц меньше гидравлического сопротивления слоя</li> </ol>
22	<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>
23	<p>Какие из фильтров являются фильтрами периодического действия:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>рамный фильтр-пресс;</b></li> <li>2) барабанный вакуум-фильтр;</li> <li>3) <b>нутч-фильтр;</b></li> <li>4) ленточный вакуум-фильтр</li> </ol>
24	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) площадь;</li> <li>2) толщина;</li> <li>3) <b>задерживающая способность;</b></li> <li>4) внешний вид</li> </ol>
25	<p>Скорость фильтрования (при <math>\Delta P = \text{const}</math>) по мере увеличения объема фильтрата</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>уменьшается;</b></li> <li>2) вначале увеличивается, а потом остается постоянной;</li> <li>3) увеличивается;</li> <li>4) не зависит от объема фильтрата</li> </ol>
26	<p>Тепловой баланс аппарата при обогреве насыщенным паром без охлаждения конденсата:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>Dr = G_2 c_2 (t_{2к} - t_{2н})</math>;</li> <li>2) <math>Dc(t_n - t_{нас}) + Dr + Dc(t_{нас} - t_{конд}) = G_2 c_2 (t_{2к} - t_{2н})</math>;</li> <li>3) <math>G_1 c_1 (t_{1н} - t_{1к}) = G_2 c_2 (t_{2к} - t_{2н})</math>;</li> <li>4) <math>Dr + Dc(t_{нас} - t_{конд}) = G_2 c_2 (t_{2к} - t_{2н})</math>.</li> </ol>
27	<p>При конденсации пара наличие в нем воздуха</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) не влияет на коэффициент теплоотдачи;</li> <li>2) увеличивает коэффициент теплоотдачи;</li> <li>3) <b>уменьшает коэффициент теплоотдачи</b></li> </ol>
28	<p>Как меняется растворимость газа в жидкости, если повысить давление и снизить температуру?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Увеличится.</b></li> <li>2) Уменьшится.</li> <li>3) Не изменится</li> </ol>
29	<p>Уравнения массоотдачи при абсорбции для всего аппарата</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>M = \beta_y F (y - y_{cp})</math>;</li> <li>2) <math>M = K_y F \Delta y_{cp}</math>;</li> <li>3) <math>M = K_y F (y - y^*)</math>;</li> <li>4) <math>M = K_y F (x^* - x)</math>.</li> </ol>

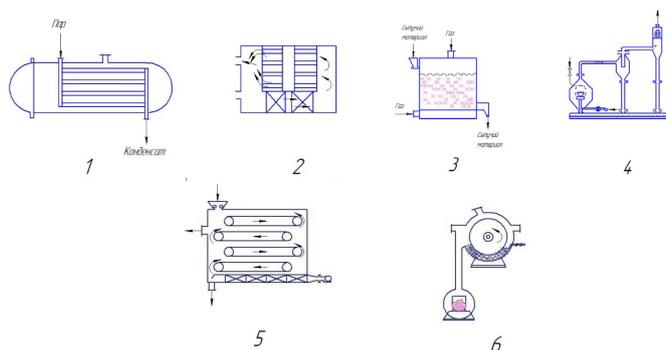
30	<p>Какой из аппаратов является кожухотрубчатый теплообменником?</p> 
31	<p>Диаграмма <math>y</math>-<math>x</math> соответствует процессу</p>  <p>1) абсорбции; 2) ректификации; 3) перегонки</p>
32	<p>Исходная смесь при ректификации подается в</p> <p>1) нижнюю часть колонны; 2) <b>среднюю часть колонны;</b> 3) верхнюю часть колонны</p>
33	<p>Сушка при непосредственном соприкосновении высушиваемого материала с сушильным агентом называется:</p> <p>1) <b>конвективной;</b> 2) сублимационной; 3) контактной; 4) радиационной</p>
34	<p>Смешивается <math>G_1</math> кг воздуха с параметрами <math>I_1, x_1</math> и <math>G_2</math> кг воздуха с параметрами <math>I_2, x_2</math>. Отношение <math>G_1/G_2 = 3</math>. Укажите номер точки смеси на <math>I</math>-<math>x</math> диаграмме</p>  <p>1) 1; 2) 2; 3) <b>3;</b> 4) 4; 5) 5.</p>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
35	<p>Насос для работы на сеть подбирают по</p> <p>1) <b>заданной подаче;</b> 2) <b>требуемому напору;</b> 3) полезной мощности; 4) максимальному КПД.</p>

36	<p>Верные утверждения</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) при закрытии задвижки характеристика трубопровода становится “круче”;</li> <li>2) при закрытии задвижки изменяется характеристика насоса;</li> <li>3) при закрытии задвижки рабочая точка смещается влево;</li> <li>4) при закрытии задвижки увеличиваются потери напора в трубопроводе.</li> </ol>
37	<p>Динамические насосы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) центробежные;</li> <li>2) осевые;</li> <li>3) вихревые;</li> <li>4) поршневые</li> </ol>
38	<p>Объемные насосы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) поршневые;</li> <li>2) шестеренные;</li> <li>3) винтовые;</li> <li>4) центробежные.</li> </ol>
39	<p>Отстаивание применяется главным образом для разделения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) суспензий;</li> <li>2) эмульсий;</li> <li>3) растворов;</li> <li>4) пыли</li> </ol>
40	<p>Какие основные способы используются для перемешивания жидких сред:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) механический;</li> <li>2) пневматический;</li> <li>3) циркуляционный,</li> <li>4) ультразвуковой</li> </ol>
41	<p>Компенсация температурных удлинений предусмотрена в теплообменниках</p> <p>а)                      б)                      в)                      г)</p>
42	<p>Растворимость газа в жидкости увеличивается</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) со снижением температуры;</li> <li>2) со снижением давления;</li> <li>3) с повышением давления;</li> <li>4) с повышением температуры</li> </ol>
43	<p>Тарелки со сливными устройствами</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) колпачковая;</li> <li>2) клапанная;</li> <li>3) ситчатая;</li> <li>4) решетчатая</li> </ol>
44	<p>Тарелки провального типа</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) дырчатая;</li> <li>2) решетчатая;</li> <li>3) волнистая;</li> <li>4) колпачковая</li> </ol>
45	<p>Колонные тарельчатые аппараты могут работать в гидродинамических режимах:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) пузырьковом;</li> <li>2) пленочном;</li> <li>3) подвисяния;</li> <li>4) пенном;</li> <li>5) струйном;</li> <li>6) эмульгирования</li> </ol>
46	<p>Насадочные колонны могут работать в гидродинамических режимах:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) пузырьковом;</li> </ol>

	<p>2) пленочном;  3) подвисяния;  4) пенном;  5) струйном;  6) эмульгирования</p>
47	<p>Какие технологические процессы можно осуществить с использованием абсорбции?</p> <p>1) <b>Разделение паровых смесей.</b>  2) <b>Получение раствора газа в жидкости.</b>  3) <b>Разделение газовых смесей.</b>  4) Поглощение газов из газовых смесей твердыми поглотителями</p>
48	<p>Какие сушилки наиболее целесообразны для сушки сыпучих материалов?  Для сушки материалов используют сушилки:</p> <p>1) <b>барabanные;</b>  2) вальцовые;  3) <b>ленточные;</b>  4) сублимационные;  5) <b>с кипящим слоем;</b>  6) радиационные</p>
	<p>Конвективный процесс сушки можно осуществлять в следующих сушилках:</p> <p>1) <b>ленточная;</b>  2) вальцовая;  3) <b>камерная;</b>  4) <b>туннельная</b></p>
<b>В (на соответствие)</b>	
49	<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>
50	<p>Как изменяется напор, мощность и подача центробежного насоса при увеличении числа оборотов в 1,5 раза?</p> <p>1) Напор <math>H</math> А) увеличится в 2,25 раза  2) Подача <math>Q</math> Б) увеличится в 1,5 раза  3) Мощность <math>N</math> В) увеличится в 3,38 раза</p>
51	<p>Установить соответствие между формулой для расчета скорости осаждения и режимом движения.</p> <p>1) <math>w_{oc} = \frac{gd^2(\rho_m - \rho)}{18 \cdot \mu}</math>;  2) <math>w_{oc} = 0,78 \frac{d^{0,43}(\rho_m - \rho)^{0,75}}{\rho^{0,285} \cdot \mu^{0,43}}</math>;  3) <math>w_{oc} = 5,46 \sqrt{\frac{d(\rho_m - \rho)}{\rho}}</math>.</p> <p>а – ламинарный режим;  б – переходная область;  в – турбулентный режим.</p> <p>Ответ: <b>1-а, 2-б, 3-в</b></p>
52	<p>Установить соответствие между картинкой и типом мешалки</p> <p>а) лопастная; -2  б) пропеллерная; - 1  в) турбинная. -3</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3</p> </div> </div>

<p>53</p>	<p>Установить соответствие между картинкой и способом перемешивания</p> <p>а) циркуляционный; -1  б) пневматический; -3  в) механический. -2</p>  <p>1                      2                      3</p>
<p>54</p>	<p>На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между картинкой и названием.</p>  <p>1)</p>  <p>2)</p>  <p>3)</p>  <p>4)</p> <p>а) змеевиковый;-4  б) спиральный;-3  в) кожухотрубчатый;-2  г) пластинчатый-1</p>
<p>55</p>	<p>На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между рисунком и названием.</p>  <p>1                      2                      3                      4</p> <p>а) кожухотрубчатый;-1  б) оросительный;-2  в) змеевиковый;-3  г) типа «труба в трубе».-4</p>
<p>56</p>	<p>Установите соответствие между уравнением рабочей линии и частью колонны</p> <p>а) Укрепляющая часть колонны;-1  б) Исчерпывающая часть колонны. -2</p> <p>1) <math>y = \frac{R}{R+1}x + \frac{x_p}{R+1}</math>;  2) <math>y = \frac{R+f}{R+1}x + \frac{1-f}{R+1}x_w</math></p>
<p>57</p>	<p>Какая из данных сушилок является:</p> <p>а) ленточной;-5  б) распылительной; -4  в) камерной;-2  г) сушильном шкафом;-1  д) вальцовой, -6</p>

е) сушилкой с псевдооживленным слоем-3



### 3.2 Тесты (банк тестовых заданий)

#### 3.2.1 Шифр и наименование компетенции

**ПК-9** способностью проводить техническое оснащение рабочих мест и размещение технологического оборудования

Номер вопроса	Текст задания
58	<p><b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Центробежный насос подает сырье в количестве <math>20 \text{ м}^3/\text{ч}</math>, создавая напор <math>50 \text{ м}</math>. Полный КПД насоса <math>\eta = 0,8</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности насоса</p>
	<p><b>Ответ:</b> Производительность насоса – количество жидкости, подаваемое насосом в напорный трубопровод в единицу времени. Для увеличения производительности насоса можно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличить число оборотов рабочего колеса насоса, исходя из законов пропорциональности <math>Q_1/Q_2 = n_1/n_2</math>.</li> <li>2. Снизить гидравлическое сопротивление в напорном трубопроводе. Для этого открыть полностью задвижку на напорном трубопроводе, увеличить диаметр напорного трубопровода, однако диаметр напорного трубопровода должен быть меньше диаметра всасывающего трубопровода.</li> <li>3. Подключить два насоса параллельно.</li> </ol>
59	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо провести реконструкцию с целью увеличения производительности отстойников.</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности отстойников</p>
	<p><b>Ответ:</b> Производительность отстойника зависит от скорости осаждения и площади отстойника. Для увеличения производительности отстойника можно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличить размер осаждаемых частиц, добавляя растворы ПАВ. Чем крупнее частицы, тем больше их скорость осаждения.</li> <li>2. Перед отстойником суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды. Скорость осаждения обратно пропорциональна вязкости.</li> <li>3. Для увеличения поверхности осаждения установить многоярусные отстойники..</li> </ol>
60	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода, необходимо увеличить скорость фильтрования с целью повышения производительности (фильтрование ведется при постоянном перепаде давления).</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности фильтров</p>
	<p><b>Ответ:</b> Повысить производительность фильтра можно, увеличив поверхность фильтрования и скорость фильтрования.</p> <p>Для увеличения скорости фильтрования надо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличить движущую силу процесса (<math>\Delta P</math> – перепад давлений на фильтровальной перегородке) либо повышая избыточное давление над фильтровальной перегородкой, либо создавая вакуум под ней.</li> <li>2. Перед фильтром суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды.</li> <li>3. Осадок необходимо удалять с фильтровальной перегородки для снижения сопротивления.</li> <li>4. Использовать фильтровальную перегородку с меньшим сопротивлением.</li> </ol>
61	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе. Процесс перемешивания сахарного раствора имеет низкую интенсивность.</p> <p><b>Задание:</b> Предложить мероприятия по интенсификации процесса перемешивания сахаросодержащих растворов.</p>

	<p><b>Ответ:</b> Повысить интенсивность механического перемешивания сахаросодержащих растворов возможно следующими способами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снизить вязкость перемешиваемого раствора, тем самым уменьшить сопротивление среды вращению мешалки. С этой целью используют аппараты с тепловой рубашкой.</li> <li>2. Увеличить скорость вращения мешалки. Для предотвращения образования воронки вокруг вала в аппарат помещают отражательные перегородки, которые, кроме того, способствуют возникновению дополнительных вихрей и увеличению турбулентности.</li> <li>3. С целью увеличения турбулентности среды при перемешивании используют многорядные мешалки (лопастные, турбинные).</li> <li>4. Для улучшения перемешивания больших объемов в сосудах с пропеллерными мешалками устанавливают диффузоры.</li> </ol>
62	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе, для подогрева жомопрессованной воды перед поступлением в отстойник используется вертикальный кожухотрубчатый теплообменник. За 5 мин вода должна нагреваться от 35 до 85 °С. Сейчас за пять минут вода нагревается от 35 до 60 °С.</p> <p><b>Задание:</b> Установить причину данного происшествия и предложить ряд мероприятий по предотвращению подобных ситуаций.</p>
	<p><b>Ответ:</b> Жомопрессованная вода не нагревается до заданной температуры в кожухотрубчатом теплообменнике по следующим причинам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхность теплообмена загрязнена. Необходимо очистить поверхность от загрязнений и снизить термическое сопротивление стенки.</li> <li>2. Низкая скорость движения воды в трубках. Следует увеличить расход воды или установить перегородки в крышке или днище теплообменника.</li> <li>3. Низкое давление и температура пара в межтрубном пространстве теплообменника. Для увеличения коэффициента теплоотдачи в межтрубном пространстве повысить давление пара и удалить неконденсирующиеся газы (воздух).</li> </ol>
63	<p><b>Ситуация.</b> В цехе работает (по прямоточной схеме) воздухоподогреватель, в котором нагревается воздух от температуры <math>t_1' = 20\text{ °C}</math> до <math>t_2' = 210\text{ °C}</math> горячими газами, которые охлаждаются от температуры <math>t_1 = 410\text{ °C}</math> до температуры <math>t_2 = 250\text{ °C}</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Определить средний температурный напор между воздухом и газом и предложить мероприятия по его увеличению.</p>
	<p><b>Ответ:</b> Средний температурный напор между газом и воздухом при прямотоке</p> <div style="text-align: center;"> <p style="margin-left: 100px;"> <math>410\text{ °C}</math>    газ    <math>250\text{ °C}</math>  <math>\xrightarrow{\hspace{10em}}</math>  <math>20\text{ °C}</math>    воздух    <math>210\text{ °C}</math>  <math>\xleftarrow{\hspace{10em}}</math> </p> </div> <p> <math>\Delta t_{\text{г}} = 410 - 20 = 390\text{ °C}</math>  <math>\Delta t_{\text{м}} = 250 - 210 = 40\text{ °C}</math>  <math>\frac{\Delta t_{\text{г}}}{\Delta t_{\text{м}}} = \frac{390}{40} = 9,75 &gt; 2</math>  <math>\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{г}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{390 - 40}{\ln 9,75} = 153,7\text{ °C}</math> </p> <p>Средний температурный напор между газом и воздухом при противотоке</p> <div style="text-align: center;"> <p style="margin-left: 100px;"> <math>410\text{ °C}</math>    газ    <math>250\text{ °C}</math>  <math>\xrightarrow{\hspace{10em}}</math>  <math>210\text{ °C}</math>    воздух    <math>20\text{ °C}</math>  <math>\xrightarrow{\hspace{10em}}</math> </p> </div> <p> <math>\Delta t_{\text{г}} = 250 - 20 = 230\text{ °C}</math>  <math>\Delta t_{\text{м}} = 410 - 210 = 200\text{ °C}</math>  <math>\frac{\Delta t_{\text{г}}}{\Delta t_{\text{м}}} = \frac{230}{200} = 1,15 &lt; 2</math>  <math>\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{г}} + \Delta t_{\text{м}}}{2} = \frac{230 + 200}{2} = 215\text{ °C}</math> </p>

	Т.к. $\Delta t_{cp}$ при противотоке больше, чем при прямотоке, следовательно противоточная схема движения теплоносителей более эффективна. Необходимо изменить направление движения одного из теплоносителей.
64	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия по интенсификации процесса абсорбции аммиака водой.
	<b>Ответ:</b> Для интенсификации процесса абсорбции аммиака водой возможно провести следующие мероприятия: 1. Снизить температуру воды. 2. Повысить парциальное давление аммиака в газовой смеси. 3. обеспечить наиболее эффективный гидродинамический режим работы абсорбера для создания развитой поверхности контакта фаз между водой и аммиаком (зависит от скорости газа в аппарате).
65	<b>Ситуация.</b> Выработаете главным инженером на хлебоприемном пункте. Вам поручили приобрести новую зерносушильную установку. <b>Задание:</b> Подобрать возможные конструкции сушилок, пояснить их достоинства и недостатки.
	<b>Ответ:</b> Для высушивания зерновых материалов возможно использование барабанных сушилок и сушилок с кипящим (псевдооживленным) слоем. Достоинства указанных сушилок: 1. Интенсивная и равномерная сушка вследствие развитой поверхности контакта материала и сушильного агента (воздуха). 2. Большое напряжение по влаге. 3. Компактность установки. 4. В сушилках с кипящим слоем возможна сушка при высоких температурах вследствие кратковременности контакта. 5. Высокая степень использования тепла сушильного агента. Недостатки таких сушилок: 1. Истирание и значительный унос мелких частиц. 2. Высокое гидравлическое сопротивление в сушилках с кипящим слоем. 3. Сушилки с кипящим слоем непригодны для сушки материала с большим размером частиц.

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

#### 3.3.1 Шифр и наименование компетенции

**ПК-9** способностью проводить техническое оснащение рабочих мест и размещение технологического оборудования

Номер вопроса	Текст вопроса
	<b>Вопрос к зачету</b>
66	Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производства». Современные задачи пищевой и химической промышленности.
67	Классификация основных технологических процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования
68	Методы анализа и моделирования технологических процессов.
69	Жидкие технологические среды, как объект исследования - свойства жидкостей.
70	Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия.
71	Уравнения энергии.
72	Виды потерь энергии.
73	Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры.
74	Оборудование, входящее в состав насосных установок, принципы его размещения. Оснащение насосных установок измерительными приборами.
75	Способы регулирования работы гидравлических машин с целью обеспечения заданной производительности.
76	Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов.
77	Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Гидродинамика псевдооживленного слоя.
78	Техническое оснащение приборами контроля оборудования с кипящим слоем и принципы его размещения.
79	Физическая сущность процесса осаждения. Различные гидродинамические режимы осаждения.

80	Техническое оснащение приборами контроля станций отстаивания, принципы размещения отстойников.
81	Фильтрация. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса.
82	Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Способы интенсификации процесса фильтрации
83	Техническое оснащение приборами контроля станций фильтрации, принципы размещения фильтров.
84	Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания.
85	Механическое перемешивание. Расход мощности при перемешивании.
86	Техническое оснащение приборами контроля станций перемешивающего оборудования, принципы размещения аппаратов с перемешивающими устройствами.
87	Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики.
88	Применение теории теплового подобия при моделировании тепловых процессов. Критериальное уравнение теплоотдачи.
89	Теплопередача. Уравнение теплопередачи. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.
90	Определение средней движущей силы процесса теплопередачи.
91	Способы корректировки технологических параметров тепловых процессов.
92	Техническое оснащение приборами контроля теплообменного оборудования, принципы размещения теплообменных аппаратов.
93	Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика.
94	Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Законы фазового равновесия.
95	Материальный баланс процессов массообмена.
96	Уравнение массопередачи. Массообмен между фазами. Средняя движущая сила.
97	Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения.
98	Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Уравнение линии равновесия.
99	Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны.
100	Конструкции колонных аппаратов, техническое оснащение приборами контроля, принципы размещения ректификационного оборудования, способы регулирования производительности.
101	Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе.
102	Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса.
103	Адсорбционная аппаратура: техническое оснащение приборами контроля; принципы размещения адсорберов.
104	Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Материальные балансы сушильных установок.
105	Сушка. Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок.
106	Теоретическая и действительная сушилка.
107	Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности сушки.
108	Контактные и терморadiационные сушилки. Сушка в поле токов высокой частоты. Сублимационные сушилки.
109	Техническое оснащение приборами контроля сушильных установок, принципы размещения сушилок.
<b>Вопросы к лабораторным работам</b>	
110	Что такое избыточное и абсолютное давление? Что такое гидростатический напор?
111	Геометрическая и энергетическая интерпретация основного уравнения гидростатики
112	Силы, действующие на жидкость при равномерном вращении ее вокруг вертикальной оси в цилиндрическом сосуде.
113	Указать места размещения датчиков на установке с вращающимися устройствами для контроля технологических параметров.
114	Что такое ламинарный режим движения? Его особенности.
115	Что такое турбулентный режим движения? Его особенности.

116	Число Рейнольдса для цилиндрических труб.
117	Что такое число Рейнольдса и его физический смысл? Его критическое значение
118	В чем причины разрушения ламинарного режима?
119	Уравнение расхода.
120	Определить технологические параметры, подлежащие контролю, указать места размещения датчиков на установке по определению режимов движения технологической среды.
121	Как производится измерение скорости струйки $u_{\max}$ и средней скорости жидкости $u_{\text{ср}}$ в потоке?
122	Каково уравнение Бернулли для установившегося потока несжимаемой жидкости?
123	Гидравлически гладкие трубы, область влияния вязкости и шероховатости, гидравлически шероховатые трубы.
124	Какие поверхности считаются гидравлически гладкими?
125	Что такое местные сопротивления? Коэффициент местного гидравлического сопротивления. Формула Вейсбаха.
126	В чем геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли?
127	Как определить потери напора на трение?
128	Как определить местные потери напора?
129	Что такое пограничный ламинарный вязкий подслой и от чего зависит его толщина?
130	От каких факторов зависит $\lambda$ в различных зонах?
131	Определить технологические параметры, подлежащие контролю, указать места размещения датчиков на стенде Бернулли.
132	Каково устройство центробежного вентилятора. Роль «улитки», конфузора, диффузора?
133	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации центробежной машины, указать места размещения датчиков на установке.
134	Основные характеристики движения в слое зернистого материала.
135	Структура псевдооживленных слоев. Характеристика различных стадий псевдооживления.
136	Основное уравнение взвешенного слоя. Причины постоянства $\Delta P_{\text{сн}}$ при изменении $u_0$ в интервале скоростей воздуха от $u_{\text{кр}}$ до $u_{\text{вн}}$ .
137	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации установок с псевдооживленным слоем, указать места размещения датчиков на установке.
138	Силы, действующие на движущуюся в жидкости шарообразную частицу
139	Факторы, влияющие на скорость осаждения. Методы интенсификации процесса осаждения
140	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации отстойников, указать места размещения датчиков на установке.
141	Дифференциальное уравнение процесса фильтрования при постоянном перепаде давления. Движущая сила фильтрования
142	Константы процесса фильтрования, их физический смысл и практическое значение
143	Типы фильтровальных перегородок и требования, предъявляемые к материалам фильтровальных перегородок
144	Конструкции фильтров периодического и непрерывного действия
145	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации фильтров периодического действия, указать места размещения датчиков на установке.
146	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации непрерывно действующих фильтров, указать места размещения датчиков на установке.
147	Назначение процесса перемешивания. Типы мешалок, область их применения
148	Формула для определения мощности перемешивания.
149	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации реакторов с механическим перемешиванием, указать места размещения датчиков на установке.
150	Теплопередача. Механизм процесса и основное уравнение теплопередачи
151	Тепловая нагрузка аппарата. Определение тепловой нагрузки аппарата. Тепловой баланс.
152	Схемы движения теплоносителей. Определение среднего температурного напора
153	Связь коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи
154	Методы интенсификации процесса теплопередачи.
155	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации теплообменника, указать места размещения датчиков на установке.
156	Сопротивление орошаемых тарелок
157	Движущая сила процессов массопередачи.
158	Характер барботажа при изменении расхода газа через тарелку.
159	Гидродинамические режимы работы тарелок

160	Направление массопередачи при абсорбции
161	Назначение, устройство и принцип действия колпачковой тарелки
162	Конструкции тарельчатых колонных аппаратов
163	Интенсификация процесса абсорбции
164	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации абсорбционных колонных аппаратов, указать места размещения датчиков на установке.
165	Принципиальная схема периодической простой перегонки, сущность процесса.
166	Дифференциальное уравнение материального баланса простой перегонки
167	Расчет количества получаемого остатка путем графического интегрирования.
168	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации ректификационных колонн, указать места размещения датчиков на установке.
169	Отличительная особенность сушки от других способов обезвоживания
170	Формы связи влаги с материалом. Характер удаления влаги из материала
171	Устройство сушилок
172	Определить технологические параметры, подлежащие контролю при эксплуатации конвективных сушилок, указать места размещения датчиков на установке.

**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 Положение о курсовых экзаменах зачетах;

П ВГУИТ 4.1.02 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>ПК-9 способностью проводить техническое оснащение рабочих мест и размещение технологического оборудования</b>					
<b>Знает</b> технологические процессы и технологическое оборудование для их реализации, принципы оснащения рабочих мест и размещения технологического оборудования	Тест	Результат тестирования	60 и более % правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Результат собеседования	обучающийся решил или предложил вариант решения ситуационное задание, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения ситуационного задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Умеет</b> размещать технологическое оборудование и технически оснащать рабочие места	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение размещать технологическое оборудование и технически оснащать рабочие места	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>Владеет</b> навыками размещения технологического оборудования и обеспечения его интенсивной работы, технического оснащения рабочих мест	Ситуационное 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)