

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

25.05.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты**

Направление подготовки

**20.03.01 – Техносферная безопасность**

Профиль подготовки

**Безопасность технологических процессов и производств**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

(в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2013 г. N 1061 "Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования" (с изменениями и дополнениями))

Разработчик доц. Копылов М. В.

**СОГЛАСОВАНО**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТОСППиТБ проф. Карманова О. В.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

12 Обеспечение безопасности (в сферах: противопожарной профилактики, предупреждения и тушения пожаров; охраны труда;

экологической безопасности; защиты в чрезвычайных ситуациях)

16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сферах: обращения с отходами; водоочистки; водоподготовки)

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: охраны труда; противопожарной профилактики; экологической безопасности; биологической безопасности; обращения с отходами; защиты в чрезвычайных ситуациях).

В рамках освоения ОП ВО выпускники готовятся к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

проектно-конструкторский;

организационно-управленческий;

экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, на основе примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», (уровень образования - бакалавриат).

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

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач	ИД-1 <sub>ПКв-1</sub> – При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы математики ИД-2 <sub>ПКв-1</sub> При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы естественных наук ИД-3 <sub>ПКв-1</sub> При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы гуманитарных наук

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 <sub>ПКв-1</sub> – При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы математики	Знает: основные процессы в профессиональной деятельности, соответствующие аппараты и методы их расчета при решении задач профессиональной деятельности
	Умеет: решать конкретные задачи расчета для проектирования и оптимизации процессов и аппаратов в профессиональной деятельности
	Владеет: навыками математических, физических, физико-химических, химических методов для технологического оборудования в профессиональной сфере деятельности
ИД-2 <sub>ПКв-1</sub> При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы естественных наук	Знает: основы теории процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека
	Умеет: использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств в профессиональной деятельности
	Владеет: способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)
ИД-3 <sub>ПКв-1</sub> При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы гуманитарных наук	Знает: основные процессы и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)
	Умеет: решать конкретные задачи для обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)
	Владеет: навыками применять законы процессов и аппаратов химических

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ООП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений к Блоку 1 ООП и ее базовой части. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин «Математика», «Физика».

Дисциплина является предшествующей для изучения «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Надзор и контроль в сфере безопасности».

### 4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч.	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>73,55</b>	<b>39,1</b>	<b>34,45</b>
Лекции	33	18	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные работы	33	18	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	33	18	15
Консультации текущие	1,65	0,9	0,75
Проведение консультаций перед экзаменом	2	2	2
Консультирование и прием курсовой работы	1,5	-	1,5
Виды аттестации (экзамен)	0,4	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>74,85</b>	<b>35,1</b>	<b>39,75</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	14	9	5
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	31,85	21,1	10,75
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9	5	4
Курсовая работа			
- выполнение расчетов для курсовой работы	20	-	20
- оформление текста курсовой работы			
- выполнение и оформление чертежей			
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>67,6</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
<b>4 семестр</b>			
1.	Введение	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов, системный подход для решения поставленных задач. Оптимизация процессов для решения задач профессиональной деятельности.	3
2.	Современные научные методы исследования процессов и аппаратов	Методы анализа и моделирования 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, π - теорема.	19
3.	Гидромеханические процессы	Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов. Течение жидкости через неподвижные зернистые слои. Гидродинамика псевдооживленного слоя. Явление пневмотранспорта. Принципы управления транспортированием сыпучих материалов. Осаждение. Управление интенсивностью процесса. Основы расчета отстойников. Конструкции отстойников. Центрифугирование. Управление интенсивностью процесса. Фильтрование. Основные расчетные зависимости. Фильтрующая аппаратура. Принципы управления процессом фильтрования. Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Управление интенсивностью и эффективностью перемешивания. Механическое перемешивание. Организация безопасной работы оборудования для реализации гидромеханических процессов, возможные пути предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций.	49,1
	<i>Консультации текущие</i>		0,9
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2
	<i>Экзамен</i>		0,2
	<i>Подготовка к экзамену</i>		33,8
<b>5 семестр</b>			

4.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	9
5.	Тепловые процессы и аппараты	Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Основы теплопередачи. Подobie тепловых процессов. Теплоотдача. Теплопередача. Средняя движущая сила. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Теплообменные аппараты. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Основные расчетные зависимости. Преимущества многократного выпаривания. Конструкции выпарных аппаратов и их классификация. Управление интенсивностью и эффективностью тепловых процессов. Производственные факторы опасности при реализации тепловых процессов, пути их устранения и предотвращения.	26
6.	Массообменные процессы и аппараты	Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Принципы управления массообменными процессами. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар)-жидкость, жидкость-жидкость. Направление протекания массообменных процессов. Молекулярный и конвективный массоперенос. Основы расчета массообменных аппаратов. Абсорбция. Перегонка жидкостей. Ректификация. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел. Адсорбция. Сушка. Кристаллизация. Управление интенсивностью и эффективностью массообменных процессов. Производственные факторы опасности при реализации массообменных процессов, пути их устранения и предотвращения.	34,75
<i>Консультации текущие</i>			0,75
<i>Консультации перед экзаменом</i>			2
<i>Экзамен</i>			0,2
<i>Прием курсовой работы</i>			1,5
<i>Подготовка к экзамену</i>			33,8

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч		СРО, ак. ч
		в традиционной форме	Практические/лабораторные занятия, ак. ч в традиционной форме	
<b>4 семестр</b>				
1.	Введение	2	-	1
2.	Современные научные	4	-	15

	методы исследования процессов и аппаратов			
3.	Гидромеханические процессы	12	18	19,1
	<i>Консультации текущие</i>		0,9	
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2	
	<i>Экзамен</i>		0,2	
<b>5 семестр</b>				
4.	Механические процессы	4	-	5
5.	Тепловые процессы и аппараты	5	4	17
6	Массообменные процессы и аппараты	6	11	17,75
	<i>Консультации текущие</i>		0,75	
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2	
	<i>Экзамен</i>		0,2	
	<i>Прием курсовой работы</i>		1,5	

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
<b>4 семестр</b>			
1.	Введение	Введение. Предмет и задачи курса «Процессы и аппараты». Современные задачи пищевой и химической промышленности. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов: материальный и энергетический балансы, интенсивность.	2
2.	Современные научные методы исследования процессов и аппаратов	Методы анализа и моделирования процессов. Физическое и математическое моделирование. Применение теории подобия при исследовании процессов и аппаратов. Геометрическое подобие. Инварианты и константы подобия.	4
3.	Гидромеханические процессы	Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов. Течение жидкости через неподвижные зернистые слои. Гидродинамика псевдооживленного слоя. Явление пневмотранспорта. Принципы управления транспортированием сыпучих материалов.	12
<b>5 семестр</b>			
4.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	4
5.	Тепловые процессы и аппараты	Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Основы теплопередачи. Подobie тепловых процессов. Теплоотдача. Теплопередача. Средняя	5

6.	Массообменные процессы и аппараты	Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Принципы управления массообменными процессами. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар)-жидкость, жидкость-жидкость. Направление протекания массообменных процессов. Молекулярный и конвективный массоперенос. Основы расчета массообменных аппаратов. Абсорбция. Перегонка жидкостей. Ректификация. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел. Адсорбция. Сушка. Кристаллизация. Управление интенсивностью и эффективностью массообменных процессов. Производственные факторы опасности при реализации массообменных процессов, пути их устранения и предотвращения.	6
----	-----------------------------------	--	---

### 5.2.2 Практические занятия (не предусмотрены)

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
<b>4 семестр</b>			
1.	Введение	-	-
2.	Современные научные методы исследования процессов и аппаратов	-	-
3.	Гидромеханические процессы	Изучение гидродинамики взвешенного слоя	4
		Изучение кинетики гравитационного осаждения	4
		Определение констант процесса	4
		Определение расхода мощности на перемешивание в жидких средах	6
<b>5 семестр</b>			
4.	Механические процессы	-	-
5.	Тепловые процессы и аппараты	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе». Синтез информации, применение системного подхода для решения поставленных задач процесса теплопередачи	4
6.	Массообменные процессы и аппараты	Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	4
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	4
		Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки для решения профессиональных задач	3

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, акад. час
<b>4 семестр</b>			
1.	Введение	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	1
2.	Современные научные методы исследования процессов и аппаратов	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	8
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	7
3.	Гидромеханические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	5
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	6
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	8,1
<b>5 семестр</b>			
4.	Механические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	3 2
5.	Тепловые процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	3
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
		Курсовая работа	10
6.	Массообменные процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы) Курсовая работа	3 2,75 2 10

## 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. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4887>

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

3. Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учеб. 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>

4. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа): практикум : учебное пособие / А.Н. Остриков, А.А. Смирных, И.С. Наумченко и др. ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. - 233 с. : схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-00032-325-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

### 6.2 Дополнительная литература

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

6. 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.

7. 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>

8. 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>

9. 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>

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

1. 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.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4795>

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

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.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.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.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ» <https://education.vsu.ru/>, автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры» <https://training.i-exam.ru/>, образовательная платформа «Лифт в будущее» <https://lift-bf.ru/courses>.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение - ОС Windows, ОС ALT Linux.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Необходимый для реализации образовательной программы перечень

материально-технического обеспечения включает:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций; средствами звуковоспроизведения; экраном; имеющие выход в Интернет);
- помещения для проведения семинарских, лабораторных и практических занятий (оборудованные учебной мебелью);
- ресурсный центр (имеющую рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет);
- компьютерные классы.

Наименование помещения	Адрес
№ 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". Комплекты мебели для учебного процесса.	394036, Воронежская область, г. Воронеж, Центральный район, проспект Революции, 19
№ 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: трехкорпусная вакуум-выпарная установка, ректификационная установка непрерывного действия, основные виды фильтровальных материалов, используемые виды насадок в массообменных аппаратах, различные виды контактных устройств массообменных аппаратов. Комплекты мебели для учебного процесса.	394036, Воронежская область, г. Воронеж, Центральный район, проспект Революции, 19
№ Студенческий читальный зал. Моноблок Lenovo (16 шт.). Комплекты мебели для учебного процесса. Microsoft Windows 8.1 [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> ] бессрочно, Microsoft Office Professional Plus 2010 [Microsoft Open License 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> ] бессрочно, Adobe Reader XI [(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a> ] бессрочно	394036, Воронежская область, г. Воронеж, Центральный район, проспект Революции, 19

## 8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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.

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ  
к рабочей программе**

для дисциплины «Процессы и аппараты»  
направление 20.03.01 – Техносферная безопасность

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

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

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Всего ак. ч</b>	<b>Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч 4</b>	<b>Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч 5</b>
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	33	15,9	17,1
Лекции	10	6	4
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	14	6	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	14	6	8
Консультации текущие	1,5	0,9	0,6
Консультирование и прием курсовой работы	1,5		1,5
Проведение консультаций перед экзаменом	4	2	2
Рецензирование контрольных работ обучающихся - заочников	1,6	0,8	0,8
<b>Виды аттестации (экзамен)</b>	0,4	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	169,4	85,3	84,1
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	28,2	3	2
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	31,9	70,1	36,4
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	21,5	3	2
Выполнение контрольной работы			
Курсовая работа	18,4	9,2	9,2
- выполнение расчетов для курсового проекта	34,5		34,5
- оформление текста курсового проекта			
- выполнение и оформление чертежей			
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	13,6	6,8	6,8

**АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ»**

Процесс изучения модуля направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач	ИД-1 <sub>ПКв-1</sub> –При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы математики ИД-2 <sub>ПКв-1</sub> При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы естественных наук ИД-3 <sub>ПКв-1</sub> При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы гуманитарных наук

**Содержание разделов дисциплины.** Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов для решения задач профессиональной деятельности. Основные свойства жидкости. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда. Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Потери энергии при движении жидкости. 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. Классификация гидромеханических процессов. Сопrotивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Псевдооживление. Процесс фильтрации и аппараты для его реализации. Центрифугирование. Перемешивание. Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов. Основы теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Теплообменные аппараты. Выпаривание для решения задач профессиональной деятельности. Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Абсорбция. Ректификация. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Растворение и кристаллизация. Изучение сушки для решения задач профессиональной деятельности.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине  
**Процессы и аппараты**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач	ИД-1 ПКв-1 – При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы математики
			ИД-2 ПКв-1 При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы естественных наук
			ИД-3 ПКв-1 При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы гуманитарных наук

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 ПКв-1 – При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы математики	Знает: основные процессы в профессиональной деятельности, соответствующие аппараты и методы их расчета при решении задач профессиональной деятельности
	Умеет: решать конкретные задачи расчета для проектирования и оптимизации процессов и аппаратов в профессиональной деятельности
	Владеет: навыками математических, физических, физико-химических, химических методов для технологического оборудования в профессиональной сфере деятельности
ИД-2 ПКв-1 При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы естественных наук	Знает: основы теории процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека
	Умеет: использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств в профессиональной деятельности
	Владеет: способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)
ИД-3 ПКв-1 При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы гуманитарных наук	Знает: основные процессы и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)
	Умеет: решать конкретные задачи для обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)
	Владеет: навыками применять законы процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)

## 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	ПКв-1	Тест (Банк тестовых заданий)	1	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету)	34-37	Контроль преподавателем
2	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	ПКв-1	Тест (Банк тестовых заданий)	2-5,20	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)	38-43	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	26	Контроль преподавателем
3	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	ПКв-1	Тест (Банк тестовых заданий)	6-12,21	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)	44-53	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	27-29	Контроль преподавателем
4	Тепловые процессы и аппараты	ПКв-1	Тест (Банк тестовых заданий)	13-14,22	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)	54-60	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	30-31	Контроль преподавателем
5	Массообменные процессы и аппараты	ПКв-1	Тест (Банк тестовых заданий)	15-19,23-25	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)	61-74	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	33-32	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

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

Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

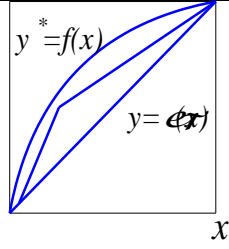
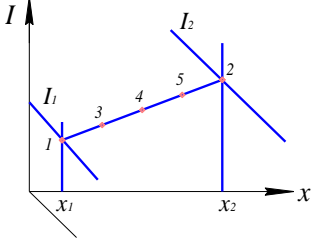
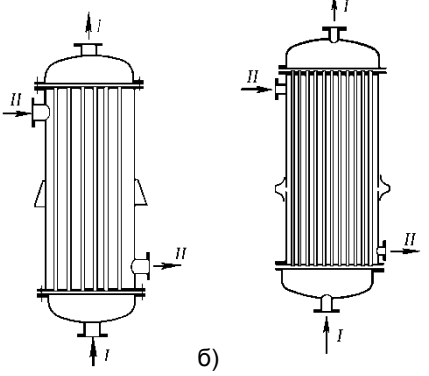
- 9 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 2 контрольных заданий на проверку навыков.

#### 3.1 Тесты (банк тестовых заданий)

##### 3.1.1 ПКВ-1 Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач

№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1	Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как 1) среда, имеющая разрывы и пустоты 2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты 3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении 4) <b>континуум, непрерывная сплошная среда</b>
2	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) <b>5 м</b>
3	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) <b>1,9 м/с</b> 3) 3,3 м/с 4) 2,3 м/с
4	Какой закон механики выражает уравнение Бернулли? 1) Закон сохранения количества движения 2) Второй закон Ньютона 3) <b>Закон сохранения энергии</b> 4) Закон сохранения материи
5	Насос подает масло с расходом 2 л/с на высоту 60 м. Потери напора составляют 42 м. Оба резервуара открыты, КПД насоса равен 0,6. Плотность масла $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ . Чему равна мощность на валу насоса? 1) 30 кВт 2) <b>3 кВт</b> 3) 1,77 кВт 4) 1,24 кВт
6	Скорость осаждения при ламинарном режиме рассчитывается по формуле: а) $\xi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2}$ ; б) $\frac{gd^3(\rho_m - \rho)\rho}{\mu^2}$ ; в) <b><math>\frac{gd^2(\rho_m - \rho)}{18\mu}</math></b> ; г) $\sqrt{\frac{4(\rho_m - \rho)gd}{3\xi\rho}}$ .
7	Основной расчетной геометрической характеристикой отстойника является а) высота отстойника; б) длина отстойника; в) <b>площадь поверхности отстойника в плане</b> ; г) верный ответ не указан.

8	<p>Уравнение для гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя, где <math>l</math> – высота зернистого слоя;  <math>d_3</math> – эквивалентный диаметр каналов;  <math>w</math> – скорость;  <math>\lambda</math> – коэффициент сопротивления;  <math>\rho</math> – плотность.</p> <p>а) <math>\frac{133}{Re} + 2,3</math>;</p> <p>б) <math>\lambda \frac{l \rho w^2}{d_3}</math>;</p> <p>в) <math>\lambda \frac{\rho w^2}{2}</math>;</p> <p>г) <math>\lambda \frac{l \rho w}{d_3 \cdot 2}</math>.</p>
9	<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>в) <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>
10	<p>Критерий Рейнольдса для процессов перемешивания равен:</p> <p>а) <math>K_N \rho n^3 d^5</math>;      б) <math>\frac{\rho n d^2}{\mu}</math>;      в) <math>\frac{\Delta p}{\rho (nd)^2}</math>;      г) <math>\frac{nd}{g}</math>.</p>
11	<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>
12	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <p>а) площадь;  б) толщина;  в) <b>задерживающая способность</b>;  г) внешний вид</p>
13	<p>Накипь на стенках теплообменного аппарата необходимо удалять, так как</p> <p>а) <b>отложение осадка на трубах уменьшает коэффициент теплопередачи</b>;  б) накипь уменьшает сечение труб и увеличивает гидродинамическое сопротивление движению раствора;  в) отложение осадка снижает коэффициент теплоотдачи;  г) отложение осадка не влияет на теплопередачу.</p>
14	<p>Наличие в паре небольших примесей воздуха и неконденсирующихся газов</p> <p>а) повышает коэффициент теплоотдачи;  б) не влияет на коэффициент теплоотдачи;  в) <b>резко снижает коэффициент теплоотдачи</b>;  г) увеличивает <math>\Delta t = t_{нас} - t_{см}</math>.</p>
15	<p>Укажите правильную запись числа единиц переноса массы при абсорбции</p> <p>а) <math>K_y F \Delta Y_{cp}</math>;</p> <p>б) <math>\frac{\Delta y_{\phi} - \Delta y_M}{2,3 l g \frac{\Delta y_{\phi}}{\Delta y_M}}</math>;</p> <p>в) <math>\frac{y_H - y_K}{\Delta y_{cp}}</math>;</p> <p>г) <math>G(y_H - y_K)</math>.</p>
16	<p>Состав пара, удаляющегося из ректификационной колонны в дефлегматор, равен составу</p> <p>а) кубового остатка;  б) исходной смеси;  в) <b>дистиллята</b>.</p>
17	<p>Диаграмма соответствует процессу</p>

	 <p>а) абсорбция;  <b>б) ректификация;</b>  в) перегонка</p>
18	<p>Смешивается <math>G_1</math> кг воздуха с параметрами <math>l_1, x_1</math> и <math>G_2</math> кг воздуха с параметрами <math>l_2, x_2</math>. Отношение <math>G_1/G_2 = 3</math>. Укажите номер точки смеси на <math>l-x</math> диаграмме</p>  <p>а) 1;  б) 2;  <b>в) 3;</b>  г) 4;  д) 5.</p>
19	<p>Если парциальное давление пара над поверхностью материала превышает его парциальное давление в газе, то:</p> <p>а) будет равновесие;  <b>б) идет сушка;</b>  в) идет увлажнение;  г) идет сорбция</p>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
20	<p>Насос для работы на сеть подбирают по</p> <p><b>1) заданной подаче;</b>  <b>2) требуемому напору;</b>  3) полезной мощности;  4) максимальному КПД.</p>
21	<p>При переходе зернистого слоя в псевдооживленное состояние увеличивается</p> <p>а) порозность;  <b>б) высота слоя;</b>  в) гидравлическое сопротивление</p>
22	<p>Компенсация температурных удлинений предусмотрена в теплообменниках</p>  <p>а)                      б)</p>

	<p>в)                      г)</p> <p>б, в, г</p>
23	Колонные тарельчатые аппараты могут работать в гидродинамических режимах: а) <b>пузырьковом</b> ; б) пленочном; в) подвисяния; г) <b>пенном</b> ; д) <b>струйном</b> ; е) эмульгирования
24	Насадочные колонны могут работать в гидродинамических режимах: а) пузырьковом; б) <b>пленочном</b> ; в) <b>подвисяния</b> ; г) пенном; д) струйном; е) <b>эмульгирования</b>
25	Какие сушилки наиболее целесообразны для сушки сыпучих материалов? Для сушки материалов используют сушилки: 1) <b>барабанные</b> ; 2) вальцовые; 3) <b>ленточные</b> ; 4) с кипящим слоем;

### 3.2 Кейс – задания

**3.2.1 ПК<sub>В-1</sub>- Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач**  
**Задание:** Дать развернутые ответы на следующие ситуационные задания

Номер вопроса	Текст задания
26	<p><b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Центробежный насос подает сырье в количестве 20 м<sup>3</sup>/ч, создавая напор 50 м. 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>
27	<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>
28	<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. 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> </ol>

	<p>2. Перед фильтром суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды.</p> <p>3. Осадок необходимо удалять с фильтровальной перегородки для снижения сопротивления.</p> <p>4. Использовать фильтровальную перегородку с меньшим сопротивлением.</p>
29	<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 многоядные мешалки (лопастные, турбинные).</li> <li>4. Для улучшения перемешивания больших объемов в сосудах с пропеллерными мешалками устанавливают диффузоры.</li> </ol>
30	<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>
31	<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;"> <math display="block">\begin{array}{ccc} 410\text{°C} &amp; \text{газ} &amp; 250\text{°C} \\ \hline \longrightarrow &amp; &amp; \longrightarrow \\ 20\text{°C} &amp; \text{воздух} &amp; 210\text{°C} \\ \hline \longrightarrow &amp; &amp; \longrightarrow \end{array}</math> </div> $\Delta t_{\bar{o}} = 410 - 20 = 390\text{ °C}$ $\Delta t_{\bar{m}} = 250 - 210 = 40\text{ °C}$ $\frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\bar{m}}} = \frac{390}{40} = 9,75 > 2$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_{\bar{m}}}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\bar{m}}}} = \frac{390 - 40}{\ln 9,75} = 153,7\text{ °C}$ <p>Средний температурный напор между газом и воздухом при противотоке</p> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{ccc} 410\text{°C} &amp; \text{газ} &amp; 250\text{°C} \\ \hline \longrightarrow &amp; &amp; \longrightarrow \\ 210\text{°C} &amp; \text{воздух} &amp; 20\text{°C} \\ \hline \longleftarrow &amp; &amp; \longleftarrow \end{array}</math> </div> $\Delta t_{\bar{o}} = 250 - 20 = 230\text{ °C}$ $\Delta t_{\bar{m}} = 410 - 210 = 200\text{ °C}$ $\frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\bar{m}}} = \frac{230}{200} = 1,15 < 2$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} + \Delta t_{\bar{m}}}{2} = \frac{230 + 200}{2} = 215\text{ °C}$ <p>Т.к. <math>\Delta t_{cp}</math> при противотоке больше, чем при прямотоке, следовательно противоточная схема движения теплоносителей более эффективна. Необходимо изменить направление движения одного из теплоносителей.</p>
32	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс.</p>

	<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).
33	<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 зачетам, защите лабораторных работ)

#### 3.3.1 ПК<sub>В</sub>-1- Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач

Номер вопроса	Текст вопроса
34	Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производства». Современные задачи пищевой и химической промышленности.
35	Классификация основных технологических процессов.
36	Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу.
37	Меры по улучшению качества технологических процессов.
38	Жидкие технологические среды, как объект исследования.
39	Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия.
40	Уравнения энергии. Потери энергии.
41	Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры.
42	Способы управления качеством процессов транспортирования жидких технологических сред.
43	Способы регулирования работы гидравлических машин с целью изготовления продукции в заданном количестве и заданного качества.
44	Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов.
45	Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Математическое описание процесса.
46	Гидродинамика псевдооживленного слоя. Меры по улучшению качества процесса: интенсификация и повышение эффективности псевдооживления.
47	Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах.
48	Меры по улучшению качества осаждения: способы интенсификации процесса; Способы устранения брака конечных продуктов процесса осаждения.
49	Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Расчет фактора разделения. Время и скорость центробежного разделения.
50	Коэффициент эффективности. Меры по улучшению качества центрифугирования: способы интенсификации процесса центрифугирования; способы устранения брака конечных продуктов процесса.
51	Фильтрация. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрации.
52	Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Меры по улучшению качества фильтрации: способы интенсификации процесса; способы устранения брака конечных продуктов процесса.
53	Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании.
54	Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Математическое описание процессов теплообмена.
55	Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.
56	Схемы движения теплоносителей. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи.
57	Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Меры по улучшению качества: способы корректировки технологических параметров тепловых процессов.

58	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
59	Материальный и тепловой балансы выпаривания. Общая и полезная разность температур. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Преимущества многократного выпаривания.
60	Меры по улучшению качества выпаривания: экономически целесообразное число корпусов выпарной установки; способы корректировки технологических параметров выпаривания с целью получения продукта с заданными свойствами.
61	Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Молекулярный и конвективный массоперенос. Уравнение массоотдачи. Критерии диффузионного подобия.
62	Критериальное уравнение массоотдачи. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Расчет массообменных аппаратов.
63	Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс процесса. Уравнение линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента.
64	Меры по улучшению качества процесса абсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов абсорбции. Способы интенсификации процесса абсорбции. Возможные причины брака продуктов абсорбции и способы их устранения. Конструкции абсорберов.
65	Перегонка жидкостей. Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Закон Рауля. Уравнение линии равновесия.
66	Схема установки непрерывной ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны.
67	Меры по улучшению качества процесса ректификации. Показатели, влияющие на качество и количество ректификата. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака ректификата и способы их устранения. Типы ректификационных колонн.
68	Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел.
69	Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса. Принципиальные схемы адсорбционных процессов. Адсорбционная аппаратура.
70	Меры по улучшению качества процесса адсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов адсорбции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака продуктов адсорбции и способы их устранения.
71	Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Физические свойства влажного воздуха. Диаграмма I - x. Материальные балансы сушильных установок.
72	Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок. Теоретическая и действительная сушилка.
73	Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности первого периода сушки, определение продолжительности второго периода сушки.
74	Меры совершенствования процесса сушки. Показатели, влияющие на качество и количество выпускаемой продукции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака высушенного материала и способы их устранения.

#### **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 и 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>ПКВ-1- Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач</b> <b>ИД1<sub>ПКВ-1</sub> - При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы математики</b>					
<b>Знать основные процессы в профессиональной деятельности, соответствующие аппараты и методы их расчета при решении задач профессиональной деятельности</b>	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание <i>основные процессы в профессиональной деятельности, соответствующие аппараты и методы их расчета при решении задач профессиональной деятельности</i>	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания, 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, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь решать конкретные задачи расчета для проектирования и оптимизации процессов и аппаратов в профессиональной деятельности</b>	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение <i>решать конкретные задачи расчета для проектирования и оптимизации процессов и аппаратов в профессиональной деятельности</i>	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 навыками математических, физических, физико-химических, химических методов для технологического оборудования в профессиональной сфере</b>	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	не зачтено	Не освоена



деятельности			ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения		(недостаточный)
<b>ПК<sub>Б</sub>-1- Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач ИД<sub>2</sub>ПКВ-1 - При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы естественных наук</b>					
<b>Знать основы теории процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека</b>	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание основы теории процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания, 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, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств в профессиональной деятельности</b>	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств в профессиональной деятельности	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 способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)</b>	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)
<b>ПК<sub>Б</sub>-1- Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач ИД<sub>3</sub>ПКВ-1 - При решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) использованы фундаментальные законы и методы гуманитарных наук</b>					

<b>Знать основные процессы и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)</b>	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание основных процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания, 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, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь решать конкретные задачи для обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)</b>	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение решать конкретные задачи для обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)	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 навыками применять законы процессов и аппаратов химических производств при решении профессиональных задач обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде)</b>	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)